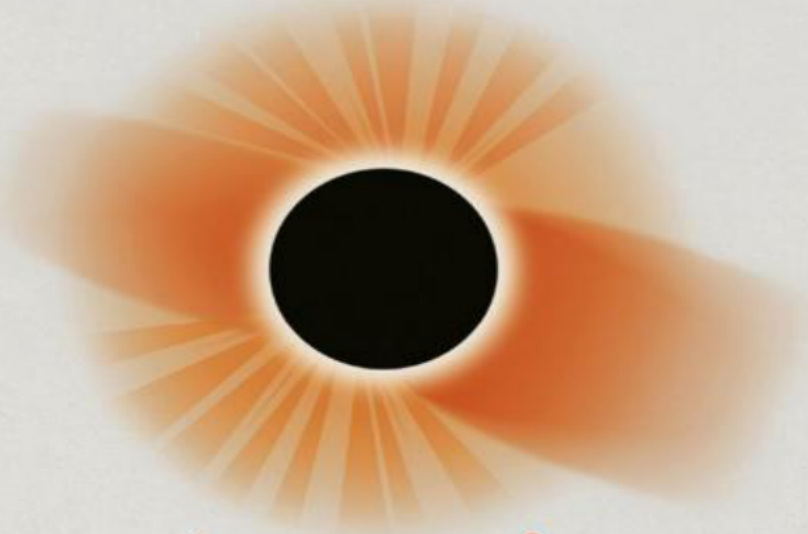
Diccionario del asombro



Antonio Martínez Ron

Una historia de la ciencia a través de las palabras

CRÍTICA

Índice

Portada
Sinopsis
Portadilla
Dedicatoria
Citas
Prefacio. Etiquetar el asombro
Cronología del asombro
A de Átomo
B de Bacteria
C de Cálculo
D de Dinosaurio
E de Eclipse
F de Fósforo
G de Gen
H de Huracán
I de Índigo
J de Jurásico
K de Kelvin
L de Látex
M de Microscopio
N de Neurona
O de Ornitorrinco
P de Proteína
Q de Qualia
R de Robot
S de Sapiens
T de Trinitita
U de Ultravioleta
V de Voyager
W de Wifi
X de Xenobiótico
Y de Yottabyte
Z de Zoonosis
Apéndice I. Ciencia con eñe
Apéndice II. Algunos asombros más
Apéndice III. Nómina de supernombradores
Agradecimientos
Bibliografía y recursos
Notas
Créditos

Gracias por adquirir este eBook

Visita Planetadelibros.com y descubre una
nueva forma de disfrutar de la lectura

¡Regístrate y accede a contenidos exclusivos!

Primeros capítulos
Fragmentos de próximas publicaciones
Clubs de lectura con los autores
Concursos, sorteos y promociones
Participa en presentaciones de libros

PlanetadeLibros

Comparte tu opinión en la ficha del libro
y en nuestras redes sociales:

Explora Descubre Comparte

SINOPSIS

¿Cómo han llegado hasta nosotros palabras como «clon», «supernova» o «robot»? ¿En qué momento fueron creadas y con qué criterio todas estas palabras que usamos a diario? Al intentar dar respuesta a estas cuestiones, el periodista científico y escritor Antonio Martínez Ron nos muestra que, si se colocan en una línea de tiempo, la aparición de los términos científicos es en sí misma una nueva forma de contar la historia de la ciencia.

Este diccionario es un recorrido de la «A de Átomo» hasta la «Z de Zoonosis» en el que se documenta el momento exacto en que se crearon palabras como «microscopio», «neurona», «láser» o «píxel» y cuál fue la discusión para elegir esos términos y no otros. El resultado es una crónica de cómo, forzada a inventar nombres para los nuevos descubrimientos, la ciencia se convirtió en un motor del lenguaje. Y de cómo los científicos se entregaron a la tarea de etiquetar el asombro.

DICCIONARIO DEL ASOMBRO

Una historia de la ciencia a través de las palabras

DEL ÁTOMO A LA ZOONOSIS

Antonio Martínez Ron

CRÍTICA
BARCELONA

A mis padres, que me enseñaron
a leer y a asombrarme.

«Si se desconoce el nombre de las cosas,
su conocimiento también se pierde.»

CARLOS LINNEO, 1735

«¡Antes morir de necesidad que endurecer
nuestras lenguas con tales barbarismos!»

ADAM SEDGWICK, hacia 1840

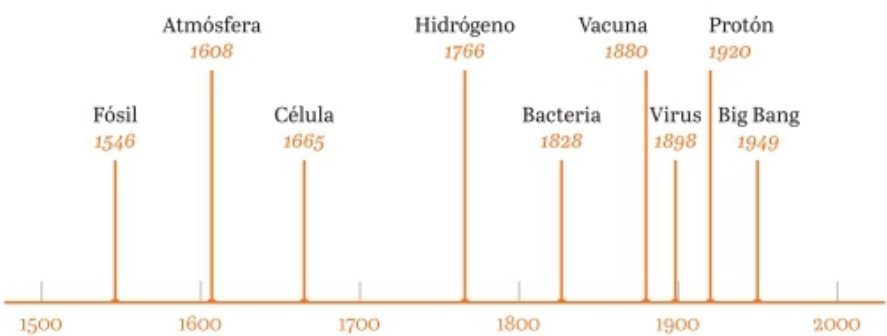
Prefacio

Etiquetar el asombro

Vivimos rodeados de ciencia. Cada vez somos más conscientes de que tenemos teléfonos, medicinas, agua potable y una larga serie de avances que mejoran nuestras vidas cotidianas gracias a la investigación. Pero quizá no tenemos tan presente otro regalo igual de importante que nos ha hecho el mundo científico: la creación de miles de palabras y términos que, en los últimos siglos, se han incorporado a nuestro vocabulario.

¿Cómo han llegado hasta nosotros estas palabras? ¿En qué momento fueron creadas y con qué criterio? Cuando, en el año 2017, empecé a recopilar mis palabras científicas favoritas, aún no sabía que esas eran las dos preguntas para las que buscaba respuesta. Comencé a trabajar en un proyecto que bauticé como el *Diccionario del asombro*, con el que inicialmente solo pretendía recopilar aquellos términos que me parecían particularmente interesantes y que alimentaban mi «sentido de la maravilla». Sin embargo, durante el largo proceso de investigación, sucedió algo que cambió mi forma de ver aquella colección de palabras y que las convirtió en algo sutilmente diferente.

Una tarde, mientras trataba de poner orden a la nebulosa de conceptos que tenía anotados en diferentes cuadernos, se me ocurrió colocarlos en una línea temporal y ordenarlos por fechas. Delante de mí apareció una barra de progreso que contaba una historia en sí misma. Tenía ante mis ojos un posible relato de la ciencia a través de las palabras.



Allí podía ver que la palabra «fósil» se había acuñado en 1546, «atmósfera» en 1608 y «célula» en 1665, mientras que términos de uso cotidiano como «vacuna», «gen» o «virus» habían aparecido mucho

más adelante. En distintos puntos de la línea surgían las palabras «termómetro», «protón» y «Big Bang», vocablos que usamos con la misma familiaridad que otros más recientes, como «internet», «bluetooth» o «televisión», y que se han convertido en imprescindibles en nuestro día a día.

Tratando de reconstruir el camino recorrido por aquellas palabras hasta llegar a nosotros, me di cuenta de que, en ocasiones, podía encontrar no solo el momento exacto en que se habían creado, sino también cuál había sido la discusión en torno a la terminología. Era como asistir al nacimiento de un pequeño milagro, como ser testigo del preciso instante en que la ciencia había «iluminado» con su linterna los límites de lo conocido y había sacado un tesoro de la oscuridad.

En algunos momentos, un mismo investigador resultaba ser el creador de palabras tan importantes y variadas como «cromosoma» y «neurona» (Waldeyer), «catálisis» y «proteína» (Berzelius) o «leucemia» y «trombosis» (Virchow). De entre todos aquellos filósofos que nombraron el mundo, destacaba la figura del británico William Whewell, quien regaló a Michael Faraday términos como «ion» o «cátodo», y al que debemos ni más ni menos que el nacimiento de la propia palabra «científico» en inglés,* un episodio que cuenta con detalle la historiadora Laura J. Snyder en su libro *El club de los desayunos filosóficos*, en el que merece la pena detenerse un instante.

La situación se desencadenó el 24 de junio de 1833 en la ya famosa reunión de la Asociación Británica para el Avance de la Ciencia (BAAS, por sus siglas originales), cuando el poeta Samuel T. Coleridge se quejó ante los asistentes de que los hombres de ciencia se refirieran a sí mismos como «filósofos naturales». En aquel momento, a los poetas románticos les parecía que el término «filósofo» era «demasiado amplio y elevado» para unos individuos que a menudo se manchaban las manos, bien con sus experimentos o bien en el campo, y exigieron que se buscara una alternativa. Como fundador de la sociedad y voz autorizada, Whewell propuso el empleo de *scientist* (científico) por analogía con otras palabras en inglés construidas con el mismo sufijo, como *artist* (artista).

El proceso generó rechazo entre los propios naturalistas y se manifestó en agitadas discusiones que se prolongaron en las siguientes décadas. En 1894, muchos años después de la reunión de la BAAS, una revista publicaba la opinión de personajes tan notables como lord Rayleigh o Thomas Huxley sobre la palabra *scientist*, y buena parte de ellos la seguían considerando «abominable». Como ejemplo de resistencia a la introducción de estos vocablos, el geólogo inglés Adam Sedgwick expresaba así su repulsa hacia estos términos en una anotación en el margen de un libro de William Whewell:

> «¡Antes morir de necesidad que endurecer nuestras lenguas con tales barbarismos!»

A pesar de la oposición de muchos colegas, la palabra *scientist* terminó imponiéndose y, por contradictorio que parezca, el propio Sedgwick creó nuevos términos que hoy son de uso común en el área de la geología. Whewell fue el primero en darse cuenta de la relevancia de aquel proceso creativo de los propios científicos y reflexionó así sobre la tarea de nombrar los nuevos descubrimientos en su libro de 1840:

> Es en gran medida inventando términos técnicos que los hombres no solo expresan mejor los descubrimientos que han hecho, sino que también permiten a sus seguidores familiarizarse con estos descubrimientos. (…) Estos términos pronto pasan a formar parte del lenguaje común (…). Llevan consigo, en su significado, los resultados de profundas y laboriosas investigaciones. Transmiten los tesoros mentales de un período concreto a las generaciones siguientes y, cargados con esta preciosa mercancía, navegan seguros a través de los abismos del tiempo.

La gran mayoría de los términos que usamos para expresarnos hoy en día hunden efectivamente sus raíces en un tiempo remoto y han sido «masticados» por los hablantes a lo largo de sucesivas generaciones hasta llegar a nosotros, pero en otros momentos hubo que generar nuevos nombres para designar la realidad. Como pasó con la palabra *scientist*, a menudo hubo que recurrir a términos que ya existían —conceptos que habían empleado previamente los griegos, los romanos o los árabes— o tomar prestadas raíces diversas para construir nombres como quien compone un puzle. Y siempre con un afán casi obsesivo por poner orden entre las maravillas del mundo.

En justicia, no fue esta una tarea exclusiva de la ciencia, pues los grandes acontecimientos de la historia reciente fueron generando oleadas de nuevas palabras, términos que parecen llover en los diccionarios en momentos concretos de nuestro pasado (como «patatas» y «tomates» tras la colonización de América, o «locomotoras», «válvulas» y «bombillas» tras la revolución industrial), pero en el caso de la ciencia se dieron varias circunstancias especiales. La más importante fue que, al tratarse de una batalla que se libraba en las fronteras del conocimiento, la ciencia se convirtió en un motor del lenguaje, pues se vio forzada a inventar nombres para instrumentos, criaturas y conceptos que antes no conocíamos o no existían. Los científicos se entregaron a la tarea de etiquetar el asombro.

La intención de ordenar el mundo y el lenguaje tuvo algunas manifestaciones extremas, como los intentos sucesivos, desde John Wilkins a Isaac Newton, de crear una lengua universal y autodescriptiva, ordenada con mentalidad matemática y esquematizada mediante la combinación de diferentes categorías.*

Ante aquella tarea imposible, los naturalistas tuvieron que conformarse con crear los primeros diccionarios científicos (el *Lexicon Technicum* de John Harris, de 1704, fue el primero de una larga lista) y con poner orden a partir de pequeños pasos por áreas o demarcaciones. Fue así como se afrontó el trabajo de clasificar los seres vivos y los minerales (Carlos Linneo), las formas de las nubes (Luke Howard) o la intensidad de los vientos (Francis Beaufort), entre otros muchos aspectos del mundo natural.

Una vez que tuve claro que aquella era la historia que quería contar, quedaba lo más difícil, que era darle forma y asumir el reto de convertir el diccionario en una narración. Para ello pasé muchos meses —en realidad varios años— escogiendo la palabra que representaría a cada letra del abecedario; buscaba términos que tuvieran una buena historia, que pudieran conectar con el nacimiento de otras palabras de su mismo campo y mostrar esa pequeña evolución de los conceptos a lo largo del tiempo. Para incluir ese componente temporal, partí de las palabras más sencillas y antiguas y avancé hacia conceptos más recientes y complejos, hasta componer un relato que iba desde la «A de Átomo» hasta la «Z de Zoonosis».

Como resultado, la sucesión de entradas del diccionario servirá para ilustrar varios hitos en la historia del nacimiento de los términos científicos; unos momentos clave en los que hubo que consensuar los nombres de los elementos químicos («F de Fósforo»), de las unidades de medida («K de Kelvin»), de los colores («Í de Índigo») o de nuestra especie («S de Sapiens»). Por el camino, aprenderemos por qué los nombres de algunos instrumentos se decidieron en una cena en honor a Galileo, y descubriremos la curiosa relación entre las matemáticas y los huesos del cuerpo, o el nexo que une la «leche» de los árboles con los viajes a la Luna.

Al enfocar el avance de la ciencia desde esta perspectiva, quedará también de manifiesto cómo ciencias y humanidades caminaron juntas a la hora de transformar la realidad y de poner nombre a las cosas. Términos como «sinapsis», «isótopo» o «anestesia», que fueron acuñados con el asesoramiento de expertos en lenguas clásicas y escritores, son solo una muestra de los muchos casos en los que la literatura, el arte y la poesía fueron fuente de inspiración a la hora de nombrar los descubrimientos.

Al margen de este relato cronológico y alfabético principal, también decidí recopilar, a través de un par de apéndices, algunos términos interesantes que no encontraron acomodo en el hilo narrativo que vertebra el libro, pero cuya naturaleza las convierte en parte de esta pequeña historia del asombro que pretendo reconstruir.

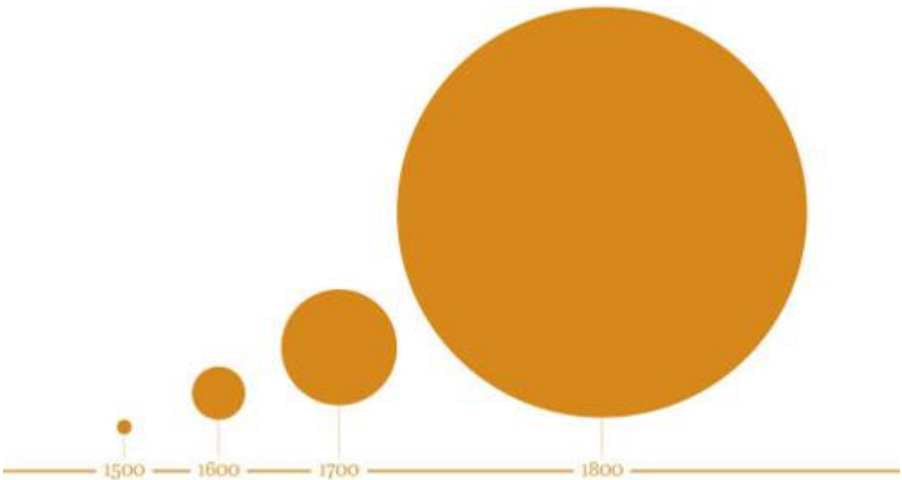
La elección del término «diccionario» es una licencia literaria que se ha empleado en otras ocasiones. El objetivo de este libro no es

tanto ampliar el vocabulario del lector —cosa que, en mayor o menor medida, sucederá inevitablemente— como arrojar una nueva luz sobre la historia de la ciencia para verla desde otra perspectiva. Es este un enfoque que, hasta donde yo sé, nunca se había intentado hasta ahora. Existen otros libros recopilatorios de palabras científicas, como el *Words of Science*, de Isaac Asimov (1974), el *Diccionario de la ciencia*, de José Manuel Sánchez Ron (2006) o ensayos como *The Vocabulary of Science*, de Lancelot Hogben (1970), pero no conozco ningún otro intento anterior de reconstruir la historia de la ciencia siguiendo el hilo conductor de cuándo y cómo se crearon las palabras.

Por supuesto, no es esta una revisión exhaustiva de todos y cada uno de los miles de términos que ha generado la ciencia, una tarea titánica y quizá inabarcable, sino una selección personal y, por tanto, arbitraria. Si el lector echa de menos alguna palabra concreta, tenga en cuenta que, si bien este trabajo contiene aquellas que considero más relevantes, es imposible que estén todas. Por cuestión de espacio, no es un libro de historia de la ciencia al uso, en el que me haya podido explayar en cada descubrimiento, pero se incluyen referencias para seguir ampliando información. Y tampoco es un libro de etimologías, como los muchos y muy buenos que hay publicados, aunque el origen de cada palabra se indicará cuando sea pertinente.

Mi intención es experimentar con un formato que me permita compartir el gozo de ver evolucionar las palabras paridas por la ciencia y, a la vez, aportar una panorámica lo más completa posible sobre esta relación entre el lenguaje y los descubrimientos. O, dicho de otra forma, mostrar lo que algunos científicos tienen de poetas. Yo, como seguro que les sucede a muchos de los lectores, amo la ciencia y las palabras en igual medida desde que tengo uso de razón, pero como norma general suelo encontrarme estas dos pasiones en cajones diferentes de la realidad, o en estantes muy separados de las librerías. Este es mi humilde intento de construir un puente entre ambas o, por lo menos, de acortar una separación artificial que ya dura demasiado.

Cronología del asombro



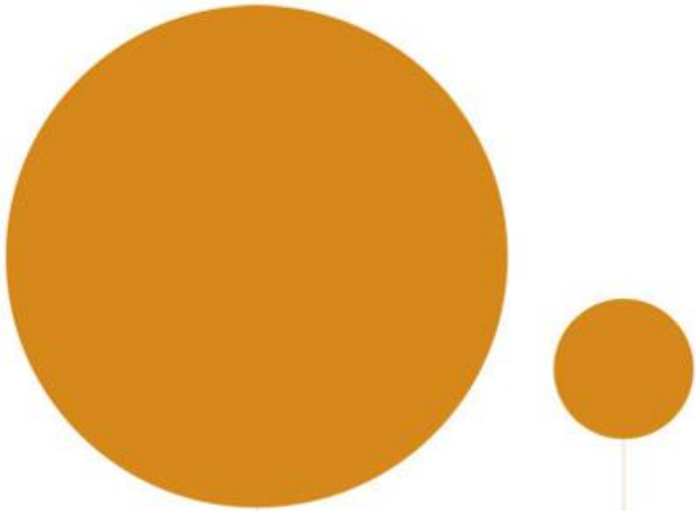
s/f Cálculo
s/f Eclipse
s/f Índigo
s/f Autómata
s. XI Álgebra

1500
Huracán
Fósil
Nova

1600
Atmósfera
Telescopio
Pólvora
Logaritmo
Termómetro
Microscopio
Célula
Fósforo
Mamut
Animálculos
Cálculo infinitesimal

1700
Binario
Megaterio
Urano
Platino
Oxígeno
Hidrógeno
Uranio
Azul de Prusia
Geología
Fahrenheit
Celsius
Metro
Kilogramo
Látex
Cerebelulla
Sjupp
Lémur
Canguro
Tardígrado
Wombat
Androide
Homo sapiens
Aerostato
Paracaídas

1800
Ornitorrinco
Cirros, cúmulos, estratos
Biología
Átomo
Molécula
Estetoscopio
Isoterma
Morfina
Ictiosaurio
Electromagnetismo
Paleontología
Cretácico
Tilacino
Iguanodón
Alizarina
Daltonismo
Flysch
Bacteria
Jurásico
Cámbrico
Ion
Fotografía
Edad de hielo
Fosfenos
Proteína
Metabolismo
Anilina
Ultravioleta
Dinosaurio
Rata topo desnuda
Periscopio
Neptuno
Nitrocelulosa
Nitroglicerina
Kelvin
Año luz
Aeroplano
Zoonosis
Glía
Malveína
Möbius
Fucsia
Eigengrau
Magenta
Helicóptero
Párkinson
Anticiclón
Homo neanderthalensis
TNT
Isobara
Pasteurización
Ecología
Infrarrojo
Dinamita
Holoceno
Bacilo
Celuloide
Avión
Azul de metileno
Espectrógrafo
Bioquímica
Enzima
Vacuna
Eugenesia
Teléfono
Gondwana
Interferómetro
Beige
Cromosoma
Ácido nucleico
Dendrita
Anticuerpo
Neurona
Karst
Sinestesia
Electrón
Pithecanthropus erectus
Nomina Anatomica
ICZN
Axón
Sinapsis
Radiactividad
Virus
Heroína
Aspirina

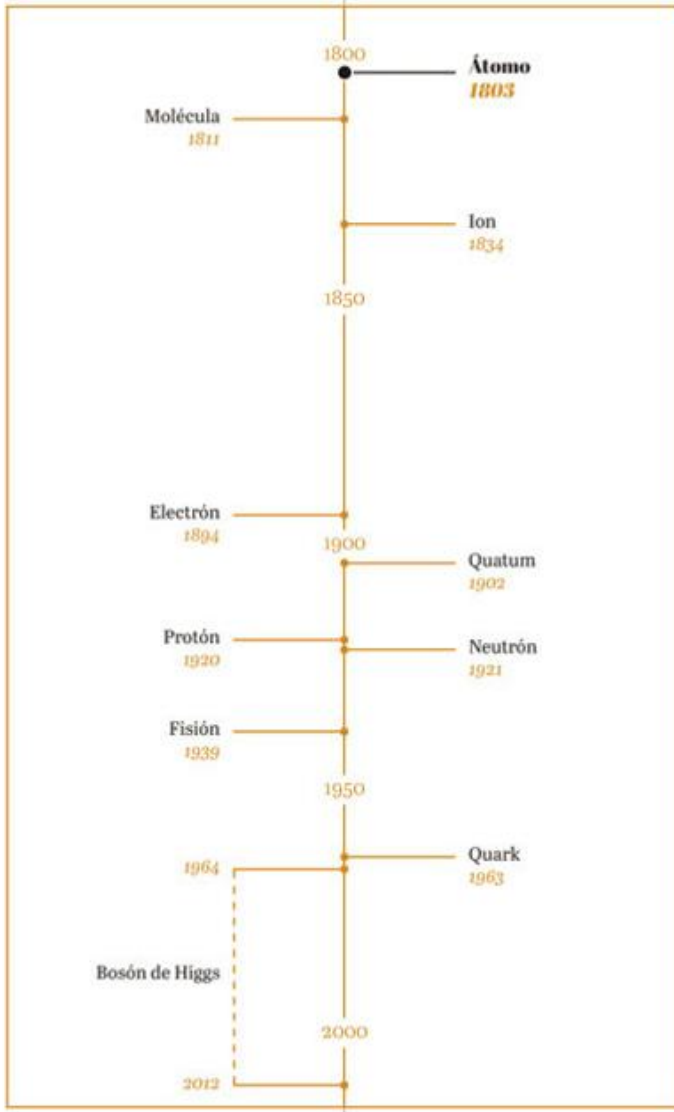


1900

Televisión
Zepelín
Quantum
Aeropuerto
Clon
Tiranosaurio
Genética
Hormona
Umami
Estratosfera
Umwelt
Gen
Alzheimer
Vitamina
Radio
Isótopo
Pársec
Bomba atómica
Frentes
Protón
Pangea
Robot
Neutrón
Australopithecus
Ionosfera
Cronón
Poliéster
Penicilina
Oloide
Qualia
Supernova
Materia oscura
Nailon
Neopreno
Teflón
Fisión
Corriente en chorro
Radar
Antibiótico
Epigenética
Red neuronal
V2
Trinitita
Nano
Bit
Transistor
Candela
Big Bang
Test de Turing
DCI
Einstenio
Software
Velcro
Inteligencia
Artificial
Transhumanismo
Láser
Sputnik
Licra
Ribosoma
Astronauta
Azul Klein
Cyborg
Neurociencia
MAD
LED
Quark
Quásar
Bosón de Higgs
Kevlar
Píxel
Xenobiótico
Agujero negro
Púlsar
Microchip
Valle inquietante
Ecocidio
Lucy
Internet
Fractal
Ubiquitina
Meme
Replicante
Ciberespacio
Invierno nuclear
Niño de Turkana
PCR
Grafeno
Bótox
Yottabyte
Amasia
Miguelón
Avatar
Spam
Ardi
Gómbóc
ICZN
Qubit
Axón
Viagra
Bluetooth
Wifi
Big Data
Mente extendida
LUCA

2000

Antropoceno
CAPTCHA
Endling
CRISPR
Selfi
Solastalgia
Hombre de Flores
Ecoansiedad
Nube
Concavernator
Denisova
LHC
Econyl
Hellabyte
Desextinción
Laniakea
Vantablack
Tecnofósil
LIGO
Oleogustus
Oganesón
CAR-T
Escutoide
AlphaFold
Pówehi
Gorditas
Xenobot
Puntocom
Quettabyte


1800
Átomo
1803
Molécula
1811
Ion
1834
1850
Electrón
1894
1900
Quatum
1902
Protón
1920
Neutrón
1921
Fisión
1939
1950
Quark
1963
1964
Bosón de Higgs
2000
2012

A de Átomo

En cierta ocasión, le preguntaron a Richard Feynman qué concepto científico sería esencial para reiniciar la civilización en caso de cataclismo, y el físico y premio Nobel estadounidense apuntó sin dudarlo a la hipótesis atómica, a la idea de que «todas las cosas están hechas de átomos». «Verán ustedes que en esa simple frase hay una enorme cantidad de información acerca del mundo, con tal de que se aplique un poco de imaginación y reflexión», señaló Feynman. «Todo lo que hacen los seres vivos puede entenderse en términos de sacudidas y contoneos de los átomos.»

De ahí que el concepto de «átomo» sea un punto de partida ideal para este diccionario. No solo es el pilar sobre el que se asienta la realidad material y nuestro conocimiento científico al respecto, sino que, como veremos, constituye un estupendo ejemplo de un término reutilizado y reinterpretado a lo largo del tiempo, con algún divertido malentendido por el camino.

Cuando, el 21 de octubre de 1803, el químico, matemático y meteorólogo inglés John Dalton pronunció una conferencia titulada «Sobre la absorción de gases por el agua y otros líquidos» ante una audiencia de nueve personas en la Sociedad Literaria y Filosófica de Manchester, la palabra «átomo» ya tenía un larguísimo recorrido. El término en griego había sido utilizado por Leucipo y por su discípulo Demócrito en el siglo V a. C. con el sentido de partícula «indivisible», en el contexto de una discusión sobre la naturaleza de la materia y la existencia del vacío. El concepto, que también habían manejado en la filosofía india, partía de una pregunta muy sencilla: si cojo un trozo de queso, por ejemplo, y lo empiezo a dividir en trozos más pequeños, ¿hay un punto en el que ya no puedo dividirlo más?

Durante los siglos siguientes, los principales pensadores mantuvieron viva la idea de que debía existir alguna partícula indivisible, dentro de una corriente que se conoció como **atomismo** y que tomó un nuevo impulso cuando el famoso poema de Lucrecio *De rerum natura* fue traducido en 1417.* Más adelante, Robert Boyle habló de **corpúsculos**, Leibniz jugó con el escurridizo concepto de **mónadas** y Newton llegó a la conclusión de que existían piezas de materia indivisibles que habían sido creadas y utilizadas por el propio Dios como ladrillos para su «Creación». La idea flotaba en el ambiente, pero, sin experimentos que pudieran demostrarla, se quedaba en el reino de la especulación.

Dalton tuvo el mérito de ser el primero en proponer la hipótesis de la existencia de estas partículas indivisibles a partir de sencillos experimentos en los que se mezclaban diferentes gases con el agua. Dado que se combinaban en proporciones variables, tenía que haber partículas con distintas propiedades y masas que explicaran aquellas combinaciones. Dalton expresó así su deducción en aquella conferencia de 1803: ¿Por qué el agua no admite la mayoría de los tipos de gas por igual? He considerado debidamente esta cuestión y, aunque todavía no he encontrado una explicación que me satisfaga por completo, estoy casi persuadido de que la circunstancia depende del peso y del número de las partículas últimas de los diversos gases; los gases cuyas partículas son más ligeras y simples son menos absorbibles, y los otros lo son más a medida que sus partículas aumentan de peso y complejidad.

Aquella observación de Dalton marcó un antes y un después en la historia de la ciencia y supuso el principio de un largo camino. En aquel momento, el científico partía de unas ideas un poco difusas e imaginaba las partículas como pequeñas esferas que se apilaban en diferentes disposiciones. En una serie de anotaciones de septiembre de aquel año, dibujó por primera vez los símbolos que representaban a los átomos de los elementos (hidrógeno, oxígeno, azote [nitrógeno], carbono, azufre...), a los que atribuyó diferentes masas a partir de sus observaciones.

Poco a poco, Dalton fue comprendiendo mejor aquellas variaciones en «las partículas de los fluidos elásticos» y fue añadiendo nuevos datos que completaban el puzle. En 1810 ordenó sus ideas en un libro (*A New System of Chemical Philosophy*), en el que proponía su nuevo sistema de «filosofía química» y en el que dejaba claro que debía haber algún punto «más allá del cual no podemos ir en la división de la materia», aunque probablemente aquellas partículas eran demasiado pequeñas para ser vistas al microscopio. También explicaba por qué había decidido recuperar la terminología griega: He escogido la palabra **átomo** para referirme a estas últimas partículas; me parece preferible a términos como «partícula», «molécula» o cualquier otro diminutivo, porque me resulta mucho más expresivo; incluye en sí mismo la noción de ente «indivisible», cosa que no hacen los otros términos.

Aunque es algo que no suele mencionarse al narrar la historia de aquel descubrimiento, el asunto del nombre elegido para designar esta nueva realidad fue objeto de un intenso debate entre los físicos de la época. En 1810, el propio Dalton publicó un artículo para poner un

poco de orden en la cuestión. Bajo el título «Investigaciones sobre el significado de la palabra *partícula*, tal como la usan los escritores químicos modernos, así como sobre algunos otros términos y frases», Dalton proponía a sus colegas dejarse de líos y unificar la manera de referirse a aquellas partículas/corpúsculos/moléculas y demás entes indivisibles que, recalcaba, «yo llamo átomos».

Más allá del queso

Con el paso de los años, los sucesivos descubrimientos reordenaron la terminología de forma natural. En 1811, el italiano Amedeo Avogadro descubrió que «las partículas más pequeñas no son necesariamente simples átomos, sino que están compuestas de cierto número de estos átomos unidos por la fuerza de la atracción para formar una sola **molécula**». Un poco después, el químico sueco Jöns Jacob Berzelius sustituyó los antiguos, y a menudo incomprensibles, símbolos de cada elemento por una serie de letras para cada uno, un sistema mucho más claro que ha llegado hasta nuestros días, a pesar de que Dalton lo consideraba «horrible» y «caótico». «Un joven estudiante de química podría aprender antes hebreo que familiarizarse con ellos», escribió en modo cascarrabias.

Inevitablemente, el trabajo del genial Dalton pronto se vio completado y superado, y se produjo una doble contradicción. Igual que la propia palabra «átomo» se podía descomponer en trozos más pequeños, pues procedía de los vocablos griegos *a* (sin) y *tomon* (corte o división),* la idea de átomo como última partícula indivisible de la materia también saltó en pedazos. Después de todo, y a pesar de su nombre tan ingenioso y bien elegido, el átomo no era la partícula más pequeña de aquel trozo de «queso» dividido una y otra vez.

El mazazo más importante llegó en 1897, cuando, mientras experimentaba en el Laboratorio Cavendish de la Universidad de Cambridge, el físico inglés Joseph John Thomson descubrió algo que no solo era mil veces más ligero que el hidrógeno, sino que también parecía muchísimo más pequeño. «¿Qué son estas partículas? —se preguntó—. ¿Se trata de átomos, de moléculas o de materia en un estado aún más fino de subdivisión?»

Amagando con volver a liarla con las nomenclaturas, Thomson se limitó a llamarlas «corpúsculos», pero más adelante rectificó y todo el mundo acordó utilizar la palabra **electrón**, propuesta en 1894 por el irlandés George Johnstone Stoney cuando teorizaba sobre su existencia. Una vez más, se recurría a un término clásico, *elektron*, que podría proceder de la palabra fenicia para designar una «luz brillante» y que, en todo caso, los griegos habían usado para designar a las piezas de ámbar, que parecían tener el extraño poder de atraer

pequeños objetos.

El término había sido recuperado en el año 1600 por el inglés William Gilbert en su obra *De Magnete*, y en los siglos posteriores el concepto se fue transformando hasta que el descubrimiento de Thomson, junto con muchos otros sobre la carga y la corriente eléctrica, permitió conectar el fenómeno de la **electricidad** con las partículas que lo hacían posible.

Una cuestión importante en esta historia es el instrumento con el que Thomson pudo hacer su descubrimiento, un tubo de vacío conocido como tubo de Crookes por cuyos dos extremos (**electrodos**) se hacía circular una fuerte corriente eléctrica. En 1858, el físico alemán Julius Plücker había observado que, entre los dos extremos del tubo, se formaban unos vistosos rayos de color verde que parecían salir del cátodo hacia el ánodo, motivo por el que los bautizó como **rayos catódicos**. Lo que había visto Thomson, en definitiva, era que aquellos misteriosos rayos estaban hechos de electrones.

Pero ¿quién puso nombre a estos componentes por los que se movía la electricidad y que procuraron tantos descubrimientos? El asunto tiene tanto interés que merece que hagamos un pequeño paréntesis, pues es uno de los momentos en que el arte de poner nombres a nuevos conceptos científicos quedó mejor documentado. Y sus protagonistas fueron el físico inglés Michael Faraday y el ya citado William Whewell, creador de la palabra *scientist* y gran gurú del vocabulario científico de la época.

Ion, el caminante

En el año 1800, un químico llamado William Nicholson conectó los dos extremos de una batería a un recipiente con agua y se sorprendió al comprobar que en uno de ellos se acumulaba el hidrógeno y en el otro el oxígeno. Había descubierto que la electricidad podía separar los elementos de un compuesto. Durante los años siguientes, el químico Humphrey Davy utilizó aquel proceso para descubrir un montón de nuevos elementos (potasio, sodio, calcio, magnesio, bario...), pero sería su discípulo Michael Faraday quien, entre otros muchos descubrimientos, le puso nombre a la técnica y describió las leyes que determinaban su funcionamiento.

Recurriendo de nuevo al griego, Faraday lo llamó **electrólisis**, de *electro* y *lysis* (descomposición o disolución); sin embargo, cuando iba a presentar su tesis ante la Royal Society,* tuvo dudas sobre qué términos emplear para referirse a cada parte del proceso y consultó a la persona que, por su conocimiento de la ciencia y su dominio del latín y del griego, se había convertido en una autoridad en la tarea de poner nombre a las cosas.

Por suerte para todos, las cartas que intercambiaron Faraday y Whewell en aquellos primeros meses de 1834 se han conservado, y gracias a ellas podemos apreciar cómo fueron las discusiones y las opciones que se manejaron en cada momento.†

El 24 de abril de aquel año, Faraday escribió a Whewell para decirle que necesitaba «nuevos nombres» para su ciencia eléctrica. Ya tenía claro que el proceso debía llamarse «electrólisis» y que los dos extremos por los que circulaba la corriente no debían denominarse «polos», sino «electrodos», de *electro* y *hodos* (camino), puesto que conducían la electricidad. De la misma manera, las sustancias que se separaban en el proceso debían llamarse **electrolitos**. Pero tenía dudas a la hora de nombrar los electrodos de forma que le permitieran señalar la dirección en que se desplazaba la corriente, y le planteó a Whewell términos como *east-ode / west-ode* (algo así como *esteodo* y *oesteodo*, por los puntos cardinales) y *oriode / ociode* (por oriente y occidente).

En su respuesta del día siguiente, Whewell le propuso dos palabras que recogían el sentido de direccionalidad que buscaba Faraday, pero de forma más sencilla. «En vez de ellas, me atrevo a recomendar **ánodo** y **cátodo**», le escribió, pues son términos genuinos que en griego significan «hacia arriba» y «hacia abajo» y que expresaban mejor lo que su colega estaba buscando.

En una misiva posterior, Whewell propuso también los términos **anión** y **catión** para los elementos producto de la electrólisis en cada uno de los dos electrodos. «Estoy tan plenamente convencido de que estos términos son preferibles por su simplicidad a los que usted ha propuesto que, si finalmente se conservan los suyos, lo consideraré una desgracia para la ciencia», sentenciaba. Y no solo eso: para referirse genéricamente a estas partículas cargadas eléctricamente en virtud de la electrólisis le ofreció la palabra **ion**, que literalmente significa «caminante» y que representaba de manera muy fiel el movimiento que experimentan estas partículas al moverse de un electrodo a otro.

Faraday aceptó encantado las sugerencias de Whewell y así quedaron reflejadas en el trabajo que presentó ante la Royal Society, que es un auténtico documento fundacional de conceptos científicos y nuevas palabras, cuyo significado expuso con detalle en su artículo. «Una vez que estos términos estén bien definidos, espero que su uso me permita evitar muchas perífrasis y ambigüedades de expresión», recalcó Faraday.

Ninguno de los dos protagonistas de esta historia se refirió públicamente a este intercambio de ideas —Whewell nunca quiso atribuirse la creación de aquellos términos, por discreción—, pero la aparición posterior de las cartas reveló todo el proceso creativo. Unos

años después, en su libro sobre la filosofía de las ciencias inductivas (*The Philosophy of the Inductive Sciences*, 1840), Whewell dedicó un amplísimo espacio a examinar la forma en que la ciencia nombra la realidad y puso el foco en su capacidad de generar términos que «navegan seguros a través de los abismos del tiempo» y «sobreviven a imperios que han naufragado y a expresiones cotidianas que se han hundido en el olvido». La invención de las palabras *ánodo*, *cátodo* e *ion* —que él mismo protagonizó— es uno de los mejores ejemplos.

Despedazando el átomo

Aunque Stoney nunca explicó por qué había elegido la palabra «electrón» en 1894, algunas fuentes afirman que es fruto de la suma de las palabras «electricidad» e «ion». No parece una explicación muy sólida, pero lo cierto es que esta terminación en «-on» ejerció un poderoso influjo en las décadas siguientes, a medida que los científicos fueron descubriendo y nombrando las diversas partes del átomo.

Unos años después, en 1911, y también en el laboratorio Cavendish, Ernst Rutherford descubrió, en primer lugar, que el átomo tenía un núcleo y, más tarde, que dentro tenía unas partículas de carga positiva que etiquetó con el término **protón**, que significa «primero» en griego. En 1921 predijo la existencia del **neutrón**, que fue hallado experimentalmente en 1932, y en las décadas siguientes se amplió enormemente el catálogo del conocido como «zoo de las partículas» que habitan el mundo subatómico, según el llamado Modelo Estándar de la física. **Muon**, **leptón**, **gluon**, **hadrón** o **fermión** fueron algunos de los términos que se acuñaron, ya sea a partir de palabras o letras griegas o como homenaje a sus descubridores. Este proceso vivió un momento de esplendor en 2012, con el descubrimiento del famoso **bosón de Higgs** (cuya existencia había sido propuesta por Peter Higgs en 1964).

En las primeras décadas del siglo XX se nombraron los *quanta*, los paquetes de energía que después darían lugar al término **cuántico** y a los «cuantos de luz» (*lichtquant* en alemán) de los que habló Albert Einstein en 1905 al describir el «efecto fotoeléctrico». Durante más de dos décadas se llamaron así, hasta que, en diciembre de 1926, en una carta a la revista *Nature*, el físicoquímico Gilbert Lewis creó una palabra para referirse a otro tipo de átomo hipotético: Por lo tanto, me tomo la libertad de proponer para este hipotético nuevo átomo, que no es luz pero que desempeña un papel esencial en todo proceso de radiación, el nombre de *fotón*.

Aunque la partícula que proponía Lewis no existía y su hipótesis fue rechazada, la palabra **fotón** (del griego *phôs*, que significa «luz») sonaba mucho mejor para denominar a los «cuantos de luz», que

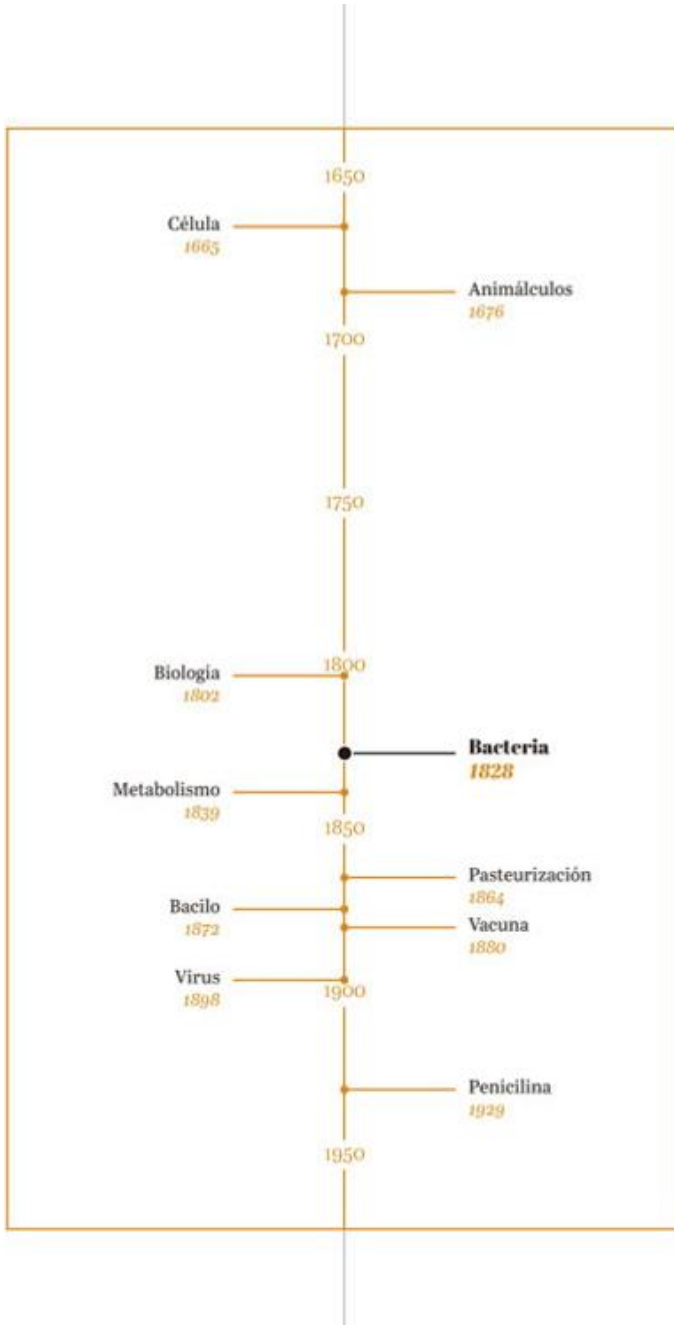
acabaron llamándose «fotones». Hay una anécdota curiosa relacionada con estos cambios: pocos años después, en 1932, el físico Carl David Anderson descubrió una partícula similar al electrón pero de carga contraria, a la que llamó **positrón**, y él mismo sugirió la posibilidad de rebautizar los electrones como **negatrones**. Sin embargo, en esta ocasión la iniciativa no prosperó, por suerte para todos.

El conocimiento del átomo llegó a tal nivel que, en 1939, la brillante física austríaca Lise Meitner, con ayuda de su sobrino Otto Frisch y del químico Otto Hahn, descubrió cómo dividir el núcleo de esta partícula y bautizó el proceso como **fisión**, tomando un término que los biólogos empleaban para la división celular.* Lamentablemente, su trabajo quedó durante años en segundo plano y no fue reconocido con el premio Nobel que —en una injusticia histórica— le dieron en solitario a Hahn en 1944.

Durante este productivo proceso de descubrimientos, hubo pocos nombres de partículas que escaparan a la norma de terminar en «-on». Una de las excepciones en este sentido (además de los fascinantes y escurridizos **neutrinos**) fue el nombre dado a uno de los componentes más importantes de la materia. Me refiero a la partícula con la que se forman los protones y neutrones y más allá de la cual parece que ya no se pueden hacer más particiones: el **quark**.

La existencia de estas partículas fue propuesta en 1963 por los físicos estadounidenses George Zweig y Murray Gell-Man, aunque la primera observación no se produjo hasta una década después. Zweig propuso llamarlas *aces* (ases), mientras que Gell-Man se inclinó por una extraña palabra, *quarks*, que en inglés significa algo así como «graznar». Más adelante justificó su grafía por un pasaje de la novela de James Joyce *Finnegans wake* (El despertar de Finnegan) en el que aparece la frase «Three quarks for Muster Mark»: se trata de una expresión bastante intraducible («Tres *graznidos* para Muster Mark») que eligió porque, en aquel momento, los tipos de quarks identificados también eran tres.

No es el motivo por el que escogieron el término, pero tiene cierta gracia que quark sea también un tipo de queso que se consume en el norte de Europa, sobre todo si recordamos que los griegos usaron precisamente el ejemplo del queso para formular sus primeras preguntas sobre lo que sucedía al cortar la materia en pedazos. Sea como sea, su hallazgo fue una nueva confirmación de que, como defendió Feynman, sabiendo que las cosas están hechas de átomos, basta «un poco de imaginación y reflexión» para desmadejar los secretos de la materia.*


1650
Célula
1665
Animálculos
1676
1700
1750
1800
Biología
1802
Bacteria
1828
Metabolismo
1839
1850
Pasteurización
1864
Bacilo
1872
Vacuna
1880
Virus
1898
1900
Penicilina
1929
1950

B de Bacteria

Si nos piden que pensemos en la vida en la Tierra, es muy probable que acuda a nuestra mente la imagen de una enorme pradera por la que corren miles de animales. Sin embargo, por muy bonita que nos resulte esta visión, representa una mínima parte de la biodiversidad de nuestro planeta. Más allá de esa vistosa fauna y vegetación que vemos en los documentales, bajo el suelo y hasta en el aire, se hallan otra serie de criaturas —invisibles a nuestros ojos— que pueden considerarse como las formas de vida más exitosas de la evolución. Me refiero a los microorganismos y, más concretamente, a las bacterias, los seres que, en palabras del biólogo Stephen Jay Gould, «son y siempre han sido los organismos más comunes en la Tierra» y están destinadas a «sobrevivirnos a todos».

A pesar de la importancia de estas pequeñas criaturas, su existencia pasó desapercibida durante mucho más tiempo del que uno podría imaginar, casi tanto como los átomos. El primero en asomarse a este reino de lo diminuto fue el comerciante holandés Anton van Leeuwenhoek, quien hacia 1670 pulió unas lentes con las que, para su sorpresa, podía ver pequeños seres que se movían en una dimensión que hasta entonces se consideraba inhabitable.

La primera referencia a estos seres la hizo en una carta enviada a la Royal Society. En su misiva, fechada el 9 de octubre de 1676, empleaba para referirse a ellos la palabra *dierken* («animales» en holandés) o *diertgens* o *diertjes* (es decir, «pequeños animales»), lo que el editor de la revista *Philosophical Transactions of the Royal Society*, Henry Oldenburg, tradujo al latín como *animalcula*, que en castellano se convirtió en **animálculos**.

Hoy sabemos que aquellos primeros microorganismos que vio Van Leeuwenhoek en el agua de una charca eran protozoos, y que las primeras bacterias (mucho más pequeñas) no las vio hasta septiembre de 1683, cuando extrajo muestras de saliva y del material acumulado entre sus dientes y los de otros voluntarios. «Para mi gran sorpresa —escribió—, vi que había muchos pequeños animálculos vivos en la citada materia, que se movían muy elegantemente.»

Solo unos años antes, en 1665, otro destacado miembro de la Royal Society, Robert Hooke, había empleado un microscopio algo menos potente, de 50 aumentos, para hacer una serie de valiosas observaciones que publicó e ilustró en su libro *Micrographia*. Tras observar con detenimiento las estructuras que se repetían en el tejido vegetal del corcho, decidió llamarlas *cells* (del latín *cellulae*, celdillas),

una palabra que hasta entonces se usaba para nombrar las habitaciones de los monjes y que con el paso del tiempo adquiriría un nuevo sentido.*

Porque, a pesar del hallazgo temprano de Hooke, pasaron casi dos siglos hasta que se estableció la llamada «teoría celular». A finales del siglo XVIII, el anatomista francés Xavier Bichat definió el concepto de **tejido** y, en 1839, el naturalista alemán Theodor Schwann postuló que la unidad elemental de los seres vivos no era la **fibra**, como se creía hasta entonces, sino la **célula**. Además de proponer por primera vez ese significado del término, Schwann acuñó de paso la palabra **metabolismo** (a partir del griego *metabole*, que significa «cambio»). En España fue el médico Mariano López Mateos quien introdujo las ideas de Schwann en su *Tratado de Histología y Ovología* de 1853, en el que hablaba de «un corpúsculo, que se llama en general célula», una de las primeras menciones al concepto en nuestro idioma en el sentido moderno. En aquellos años estaba naciendo la ciencia de la **biología,** término cuyo primer uso se atribuye simultáneamente al francés Jean-Baptiste Lamarck y al alemán Gottfried Treviranus en 1802. También se estaba asentando la **histología** (de *histos*, «tejido»), palabra acuñada por Karl Mayer en 1819.

Observando el caos

Algo parecido pasó con los animálculos de Van Leeuwenhoek, que siguieron siendo grandes desconocidos y formando parte de un *totum revolutum* durante mucho tiempo, hasta tal punto que, en la duodécima edición de su *Systema naturae*, de 1767, Carlos Linneo incluyó a algunos de aquellos seres del «mundo invisible» bajo la etiqueta *Chaos*.* Y de aquel «caos» de pequeñas criaturas de todas las formas imaginables saldría la palabra **bacteria**, primero como denominación de un género y después, de forma accidental, para todo un grupo de seres vivos.

Aunque previamente se había utilizado la palabra para algunos insectos alargados, la denominación del género *Bacterium* (que significa «bastón» o «bastoncillo» en latín) se la debemos al naturalista alemán Christian G. Ehrenberg, que en 1828 la usó para nombrar a uno de los cinco géneros dentro de una familia más amplia de microorganismos (*Vibrionia*). Es por eso que, en la edición de 1845 del *Diccionario Universal Francés-Español* de Ramón Joaquín Domínguez, la palabra aparece con esas dos acepciones, la de insecto y la de **infusorio** (nombre que se daba a los microorganismos provistos de cilios): ***Bactérie***. s. f. Zool. Bacteria; género de fasmios ortópteros, cuyo tipo es la bacteria aromacea. || s. m. Bacterio; género de animalillos infusorios vibriónidos, cuyo tipo es el mónade pintado.†

El gran cambio conceptual se produjo en 1872, cuando el botánico alemán Ferdinand Cohn publicó un libro con el título *Untersuchungen über Bacterien* (Investigaciones sobre bacterias); a partir de entonces, aquella palabra empezó a utilizarse para referirse a todo el grupo de animálculos, tal como la usamos coloquialmente en la actualidad. En 1876, su popularidad creció a partir de la publicación, por parte de este mismo autor, de un libro dirigido al público general titulado *Bacteria: el más pequeño de los organismos vivos*, traducido enseguida al inglés. «Las más pequeñas, y al mismo tiempo las más simples y bajas de todas las formas de vida, son aquellas a las que llamamos bacterias —escribía Cohn en aquel texto—. Ellas forman la línea que marca el límite de la vida; más allá de ellas la vida no existe, al menos hasta donde alcanzan nuestros microscopios actuales.» La recién creada «Bacteriología» fue ganando fama, hasta tal punto que, solo unos años después, cautivado por las «seducciones de los seres infinitamente pequeños», Santiago Ramón y Cajal empezó a firmar algunos de sus artículos más líricos y atrevidos con el pseudónimo de «Dr. Bacteria».

Como pasó con el vocablo «átomo», esta evolución de los términos generó otra divertida contradicción, y es que la palabra «bacteria», que literalmente significa «bastón», pasó a englobar a microorganismos que no tenían formas alargadas, sino muy variadas y hasta redondas, como los cocos. Y como los microorganismos del género *Bacterium* necesitaban un nuevo nombre para evitar confusiones, Cohn les asignó el término *Bacillum*, diminutivo de la palabra latina *baculum* (bastón), que dio lugar a **bacilo** y que viene a significar lo mismo que la denominación original de «bacteria».*

Tubérculos en los pulmones

Por aquella época, era precisamente un bacilo el que provocaba los mayores estragos en la salud de la población, pues causaba una enfermedad que desde la Antigüedad se había conocido como «tisis» o «consunción», porque dejaba a la gente pálida y debilitada. En 1832, el naturalista alemán Johann Schonlein bautizó aquella dolencia como **tuberculosis** (del latín *tubercŭlum*), por las pequeñas protuberancias o tubérculos que aparecen en los pulmones de quienes la sufren. El conocimiento sobre esta enfermedad y sobre el patógeno que más personas ha matado en la historia* dio un giro radical el 24 de marzo de 1882, cuando el alemán Robert Koch presentó ante la Sociedad de Fisiología de Berlín el hallazgo de la bacteria que la causaba, que pasó a ser conocida popularmente como **bacilo de Koch** (hoy *Mycobacterium tuberculosis*).

El trabajo de Koch, que identificó también los patógenos que

causaban el carbunco (ántrax) y el cólera, demostraba experimentalmente la denominada «teoría de los gérmenes» y explicaba por primera vez que la enfermedad la provocaban en muchas ocasiones aquellos animálculos invisibles a simple vista. Una hipótesis en la que ya habían trabajado otros, entre ellos el francés Louis Pasteur, que en 1864 diseñó un sistema para eliminar los agentes patógenos que hoy seguimos conociendo como **pasteurización**.

Unos años después, Pasteur acuñó también una de las palabras más relevantes en el ámbito de las enfermedades para definir una de las creaciones humanas que más vidas ha salvado.

De palabras y vacas

En 1796, un médico rural inglés llamado Edward Jenner observó que las granjeras que ordeñaban a las vacas se contagiaban de cuando en cuando de la viruela bovina (*Variolae vaccinae*) por el contacto continuado con estos animales, pero sorprendentemente estaban protegidas contra la viruela común. Esta observación, que se había recogido en otros momentos y lugares del mundo y había dado lugar a una estrategia de protección conocida como **variolización**, inspiró a Jenner, que entre 1796 y 1798 inoculó el patógeno en los brazos de 23 personas, a las que logró inmunizar con éxito frente a la viruela humana. En el artículo de 1798 en el que documentó los casos, Jenner aún usaba el término «inoculación» para el proceso, que le parecía mucho más ventajoso y eficaz que el de variolización.

Hubo que esperar casi un siglo para que Pasteur desarrollara la segunda generación de estas «inoculaciones» para la inmunización contra otras enfermedades que no eran la viruela. Al descubrir que la estrategia de inyectar patógenos atenuados (es decir, desprovistos de su capacidad infecciosa) era efectiva, el francés decidió referirse a ellos con las palabras **vacuna** y **vacunación**, en homenaje a los trabajos que había hecho Jenner.* En 1880, ante los miembros de la Academia Francesa, presentó sus experimentos con pollos a los que había inmunizado con este sistema contra el cólera aviar y pronunció estas palabras: Me gustaría señalar a la Academia dos consecuencias principales de los hechos presentados: la esperanza de cultivar todos los microbios y la de encontrar una *vacuna* para todas las enfermedades infecciosas que han afligido repetidamente a la humanidad y que son una carga importante para la agricultura y la cría de animales domésticos.

Cinco años después, Pasteur probó con éxito la primera vacuna contra la rabia, sin saber que esta vez se enfrentaba a otro tipo de patógeno. De hecho, y aunque su sistema funcionaba, Pasteur fue

incapaz de encontrar bacterias que causaran esa enfermedad en las muestras que analizó. Aún no tenía ni idea de que se trataba de un agente infeccioso mucho más pequeño y escurridizo.

Plantas «envenenadas»

Aquellos patógenos tan esquivos no se descubrieron hasta años más tarde, esta vez cuando se estudiaban las enfermedades que afectaban a las plantas. En concreto, se estaba analizando una infección que producía unas manchas características en las hojas de la planta del tabaco y que causaba grandes pérdidas para los propietarios de los cultivos.

En 1892, el botánico ruso Dmitri Ivanovski publicó un artículo basado en sus observaciones en el que explicaba que la enfermedad se seguía transmitiendo entre plantas cuando utilizaba un filtro diseñado unos años antes, con poros lo bastante pequeños como para impedir el paso de las bacterias. Este hecho le llevó a concluir con acierto que el agente que provocaba la enfermedad del mosaico del tabaco era mucho más pequeño que las bacterias, pero también le condujo a creer erróneamente que se transmitía mediante toxinas producidas por estas.

En 1898, el microbiólogo neerlandés Martinus Beijerinck repitió los experimentos de Ivanovski y certificó no solo que el fluido filtrado de bacterias —al que llamó *contagium vivum fluidum* (algo así como «contagio vivo fluido»)— seguía siendo contagioso, sino que mantenía su capacidad de transmitir la enfermedad a las plantas hasta tres meses después de extraerlo. A diferencia de su colega ruso, Beijerinck dedujo correctamente que el agente infeccioso no solo era diferente a las bacterias, sino que tampoco se trataba de una molécula producida por ellas. Para nombrarlo recuperó el término **virus**, una palabra que en latín significa a la vez «jugo» y «veneno» y que se había usado de forma genérica en los siglos anteriores para designar a los fluidos que causaban cualquier enfermedad.* Como curiosidad, en la primera ocasión en que esta palabra aparece en su artículo, Beijerinck escribió: Esperaba de esta manera separar el *virus* de la sustancia sin procesar de la hoja, así como de todas las bacterias, a través de la difusión.

Una vez más, como había pasado antes con «bacteria» o «vacuna», no fue el descubridor del fenómeno quien le puso nombre, sino que lo hicieron otros a posteriori, reutilizando palabras que se usaban hasta entonces con un sentido parecido, o al menos compatible, con el nuevo concepto.

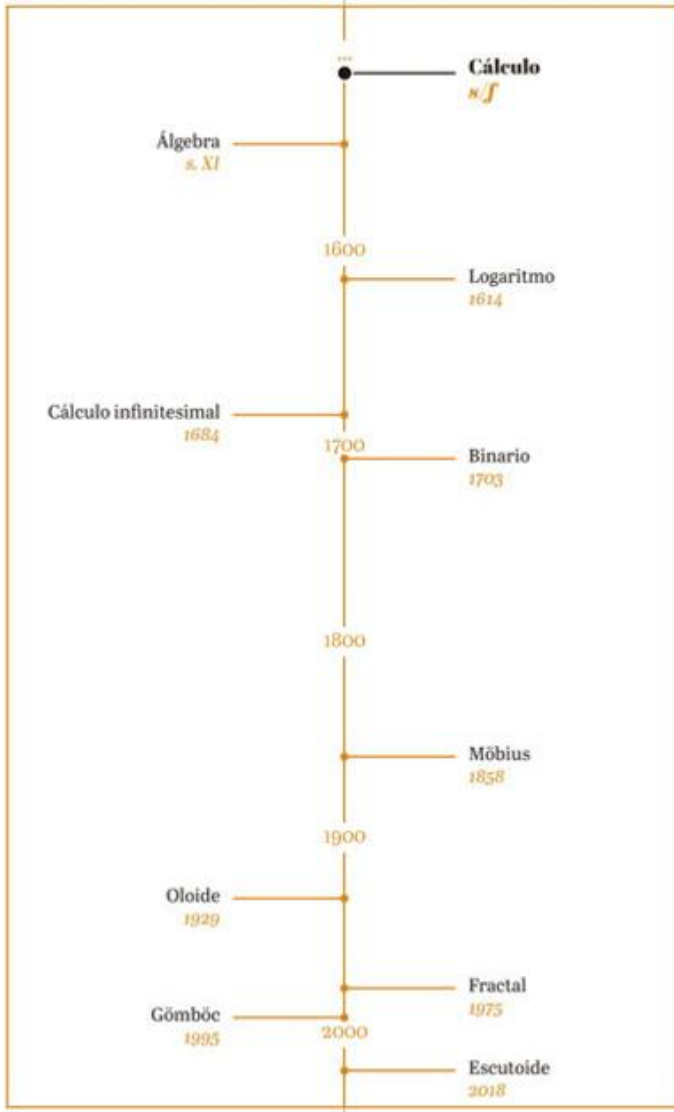
«Pinceles» salvadores

Todos estos hechos, que hoy nos parecen obvios y conocemos de sobra, supusieron un antes y un después en lo relativo a nuestra salud, pues supuso un beneficio para los seres humanos que se tradujo en un alargamiento de nuestra esperanza de vida. En las décadas siguientes se descubrieron tratamientos revolucionarios contra los patógenos. Entre ellos, el más famoso es el hongo que pone a raya a las bacterias y que abrió la puerta al desarrollo de los antibióticos con los que aún hoy tratamos las infecciones producidas por ellas.

El descubrimiento del doctor Alexander Fleming, que en cierto modo se ha mitificado, se produjo en la mañana del viernes 28 de septiembre de 1928 en su laboratorio de Londres. Al regresar de vacaciones se dio cuenta de que, en uno de sus cultivos, la bacteria *Staphylococcus aureus* parecía retroceder ante la presencia de un hongo que había contaminado la muestra. Se trataba del *Penicillium notatum*, un hongo microscópico nombrado así por su forma alargada (*penicillium* significa «pincel» en latín).

El término **penicilina** fue acuñado al año siguiente por el propio Fleming en un artículo científico. Allí indicaba que, «para evitar repetir la expresión bastante engorrosa “filtrado de caldo de moho”, se usará el nombre “penicilina”». En 1945, en la ceremonia de entrega del premio Nobel, también explicó por qué había elegido esa palabra: Me han preguntado con frecuencia por qué inventé el nombre «Penicilina». Simplemente seguí líneas perfectamente ortodoxas y acuñé una palabra que explicaba que la sustancia penicilina se derivaba de una planta del género *Penicillium*, al igual que hace muchos años se inventó la palabra «Digitalina» para una sustancia derivada de la planta *Digitalis*.

La aplicación práctica de su primer descubrimiento se había producido tres años antes, en 1942, en plena segunda guerra mundial, cuando otros científicos comenzaron a producir de forma industrial este medicamento, que evitaba las infecciones bacterianas y era incluso mejor que la sulfamida. Desde entonces, la penicilina y otros muchos antibióticos han salvado millones de vidas, y lo seguirán haciendo año tras año siempre que las bacterias —con forma de bastón o sin ella— no acaben haciéndose totalmente resistentes a estas moléculas.


...
Cálculo
s/∫
Álgebra
s. XI
1600
Logaritmo
1614
Cálculo infinitesimal
1684
1700
Binario
1703
1800
Möbius
1858
1900
Oloide
1929
Fractal
1975
Gömböc
1995
2000
Escutoide
2018

C de Cálculo

Existe la creencia errónea de que las matemáticas solo nos hacen falta cuando pedimos la cuenta en un restaurante, pero lo cierto es que están presentes en muchos aspectos de nuestras vidas, incluidas las expresiones que usamos al hablar. Se trata de una disciplina tan universal que, en cierto modo, se ha vuelto invisible para nosotros, hasta tal punto que no reparamos en la enorme cantidad de palabras que le debemos.

No se trata solo de los nombres de los números y de las figuras geométricas, o de términos sencillos como sumar, restar o multiplicar, sino de expresiones matemáticas tan comunes como «salirse por la tangente», «despejar la x» o «la cuadratura del círculo». También utilizamos con frecuencia conceptos procedentes de la estadística como «variable», «probabilidad» o «media», ideas como el «crecimiento exponencial» y palabras como «teorema», «ecuación» o «conjetura».

La lista podría ser «infinita», pero nos centraremos en algunos de los vocablos cuya historia me parece especialmente significativa. Y empezaremos por lo más básico.

Piedras y semillas

Seguramente todo empezó con piedras. O con huesos, o semillas. Los primeros seres humanos tomaron lo que tenían más a mano y lo utilizaron para llevar las cuentas sin equivocarse. Los romanos llamaban *calculus* a la piedrecita que empleaban para enseñar a los niños a contar, y de aquel término surgió mucho más adelante la palabra **cálculo**, que conservó el doble sentido matemático y fisiológico: se sigue usando para designar la acción de resolver operaciones matemáticas y también para las piedrecitas que se forman en nuestra vesícula o en nuestro riñón.

Una de las herramientas tecnológicas más antiguas fue precisamente el **ábaco**, un instrumento con el que se organizaban las piedrecillas para facilitar el recuento y cuyo origen es muy difícil de establecer, dada su ubicuidad. Del hebreo (*abaq*, polvo) pudo pasar al griego (*abax* y *abakos*, que significan «superficie plana» o «tabla»), al latín (*abăcus*) y hasta al bereber, donde en algunos dialectos *ʾābāq* conserva el significado de «semilla».

Según algunas fuentes, el verbo **calcular** se introdujo en Europa en torno a 1372, a partir del francés *calculer*, ya con el sentido de

hacer operaciones aritméticas. Sin embargo, el significado más moderno de la palabra, el que se aplica al conocido como **cálculo infinitesimal**, tiene su origen en el siglo XVII, cuando dos grandes genios, Isaac Newton y Gottfried W. Leibniz, desarrollaron en paralelo esta herramienta (y se disputaron agriamente su autoría).

Del infinito al riñón

Aunque Newton acusó a Leibniz de plagiarle, hoy sabemos que ambos llegaron de forma independiente a conclusiones similares mientras trabajaban con las curvas de velocidad y aceleración y trataban de «domar» el concepto de infinito. Sin embargo, fue Leibniz el primero en acuñar la palabra *calculus* a partir de 1684 para nombrar su nuevo sistema, como también fue el primero en diseñar algunos de los signos que seguimos utilizando para **integrales** y **derivadas**. Newton, que había empezado unas décadas antes, utilizó términos más enrevesados para llamar a su sistema —que bautizó como «Método de las fluxiones y series infinitas»— y en general hizo más complicada la herramienta, lo que explica por qué sus etiquetas terminaron siendo menos populares.

Aquel avance matemático —que se asentaba sobre una larga tradición— fue una de las piedras angulares de la historia de la ciencia, pues permitió manejar conceptos que, hasta aquel momento, los estudiosos consideraban imposibles de acotar. Entre estos conceptos se incluían los que llevaron a conocer la forma de las órbitas y a describir la gravedad. Como subraya el matemático Steven Strogatz, hoy día empleamos el lenguaje del cálculo para entender muchos fenómenos, desde el interior del átomo hasta el clima o las estrellas, lo que lo convierte, a su juicio, en «la mejor herramienta que jamás hayamos inventado». En su libro *Infinite Powers*, Strogatz señala además un hecho que tiene cierta gracia: después de toda una vida de peleas, tanto Newton como Leibniz «murieron con un gran dolor mientras sufrían de cálculos: Newton tuvo piedras en la vesícula, y Leibniz en el riñón». De modo que, en un sentido muy amplio, aquellas piedrecitas acompañaron a los dos genios hasta el final de sus días.

Reparadores de huesos

Después del manejo primitivo de los ábacos, otra de las herramientas que se usó desde la Antigüedad para resolver problemas fue el establecimiento de igualdades matemáticas, lo que en tiempos más modernos se bautizó como **ecuaciones** (del latín *aequare*, «igualar»). La forma más sencilla de visualizarlo es imaginar una balanza con varios objetos en la que sabemos que los dos extremos están en

equilibrio, pero desconocemos el peso de uno de ellos, de modo que podemos adivinar su valor haciendo descartes a partir de la igualdad.

Recogiendo la tradición de griegos y babilonios, los matemáticos árabes refinaron estas herramientas que iban más allá de la **aritmética** (el estudio de los números), y crearon un sistema para resolver ecuaciones en el que las letras representaban abstracciones matemáticas.

Entre los años 813 y 833 d. C., el matemático y astrónomo Al-Juarismi (Mūsā al-Jwārizmī) escribió un tratado en el que empleaba la palabra *al-ŷabar* (algo así como «restauración» o «reintegración» en árabe) para referirse al hecho de mover un término de un lado de la ecuación al otro a fin de «equilibrarla» y resolverla. Aquella palabra llegó un tiempo después a Europa, se tradujo como *algeber* en latín y dio nacimiento al **álgebra** que todos conocemos.

Curiosamente, y antes de que la reutilizara Al-Juarismi, la palabra *al-ŷabar* se usaba para designar el procedimiento de recolocar los huesos rotos o dislocados. Esto explica por qué en España, donde la presencia árabe se prolongó hasta el siglo XV, el término **algebrista** se utilizó hasta muy avanzado el Siglo de Oro con un significado que hoy nos resulta chocante. Así, en el capítulo XV de la segunda parte de *El ingenioso hidalgo Don Quijote de La Mancha*, Miguel de Cervantes cuenta que el bachiller Sansón Carrasco llegó «a un pueblo donde fue ventura hallar un *algebrista*, con quien se curó el Sansón desgraciado». Porque el algebrista era el cirujano que «se dedicaba especialmente a la curación de huesos dislocados», y así sigue apareciendo en el diccionario de la Real Academia.

De esta forma, y por la capacidad plástica del lenguaje y el poder de la metáfora, el álgebra se podría considerar figuradamente como el arte de romperle los huesos a una ecuación y volver a colocarlos en su sitio.

Podar y programar

En paralelo al desarrollo del cálculo, se fue configurando igualmente el arte de **computar**, otra palabra latina para designar operaciones con números derivada de *putare*, que significa tanto «pensar» como «podar». En algunos campos del conocimiento, en especial en astronomía, se hicieron indispensables los computadores humanos, que a partir del siglo XIX y hasta mediados del XX fueron sobre todo mujeres. **Computadoras** o **calculistas** que trabajaron incansablemente analizando tablas y tablas de datos y ejerciendo de sostén de muchos de los grandes descubrimientos de forma anónima y poco agradecida.

Progresivamente, algunos científicos como el matemático e

inventor británico Charles Babbage y la matemática Ada Lovelace fueron creando las condiciones para que fueran máquinas las que realizaran estos costosos procesos. Uno de los momentos clave llegó en 1936, cuando Alan Turing formuló las bases de lo que hoy conocemos por computación, redefiniendo el concepto de **algoritmo**, la palabra para designar un conjunto de reglas para solucionar un problema. Un término que, por cierto, se había acuñado anteriormente al latinizar el nombre de Al-Juarismi, el creador del álgebra, al que también se conoció como Algorithmi.*

En este proceso de creación de la computación y de desarrollo de los primeros computadores —en España los llamamos **ordenadores** por influencia del francés— también iba a ser de gran utilidad la utilización del **sistema binario**, que había sido definido por Leibniz en un artículo de 1703 («Explication de l'Arithmétique Binaire»), aunque algunos defienden que, antes que él, ya lo había descrito el monje y matemático español Juan Caramuel.

Nuevas geometrías

Uno de los campos más prolíficos de las matemáticas ha sido el estudio de las figuras en el espacio, lo que conocemos como **geometría**. Aunque palabras como «círculo», «cuadrado», «triángulo» o «elipse» forman parte de nuestro vocabulario diario, en realidad se las debemos a los matemáticos que las estudiaron y describieron desde la Antigüedad. El estudio de estas figuras sin tener en cuenta la forma y el tamaño dio lugar a la **topología,** de donde proceden palabras tan interesantes como **toroide.**† Asimismo, la aplicación de la geometría al estudio del terreno dio lugar a la **topografía,** sin duda una de las ramas del saber que nos ha proporcionado unos conocimientos más útiles, pues impulsó la exploración y la creación de mapas.

A pesar de ser una ciencia bien establecida desde hace siglos, la geometría ha seguido generando nuevos términos. En 1858, los matemáticos alemanes August Ferdinand Möbius y Johann Benedict Listing crearon un fascinante objeto de una sola cara que hoy conocemos como **cinta de Möbius**. Y más de un siglo después, en 1975, el matemático Benoît Mandelbrot creó la palabra **fractal** (a partir del término latín *fractus*, que significa quebrado o fracturado) para denominar a una serie de estructuras que se repiten infinitamente y que se dan a menudo en la naturaleza y en el arte.

Diez años más tarde, un equipo de químicos descubrió un nuevo tipo de organización de los átomos de carbono que llamaron **fullerenos**, en homenaje al visionario arquitecto Buckminster Fuller, que había diseñado unas décadas antes las primeras cúpulas geodésicas. Como el primer fullereno que descubrieron, de 60 átomos

de carbono, tenía en sus caras 12 pentágonos y 20 hexágonos, la misma estructura de las cúpulas geodésicas y de los balones de fútbol más icónicos, llamaron a aquellas estructuras «buckminsterfullerenos» o **buckybolas**. Y, aunque parece una simple curiosidad, el hallazgo de esta tercera forma molecular estable del carbono, tras el grafito y el diamante, ha dado lugar a múltiples aplicaciones en distintos campos de la nanotecnología y de la ciencia de materiales.

En la lista de nuevos objetos geométricos hay que incluir también el cuerpo sólido tridimensional denominado **oloide**, diseñado por el matemático y escultor alemán Paul Schatz en 1929, quien le puso ese nombre como acortamiento de la palabra «polisomatoloide», así como el curiosísimo cuerpo con muchas caras y un solo punto de equilibro estable que el matemático ruso Vladímir Arnold predijo en 1995 y al que llamó ***gömböc*** (el diminutivo de *gömb*, la palabra húngara para «esfera»). Este objeto, que puede presentar varias configuraciones, funciona de manera similar a un tentetieso y sirvió para entender mejor la particular geometría de los caparazones de algunas tortugas, que les permite darse la vuelta con cierta facilidad si vuelcan por accidente.

El nacimiento de un escutoide

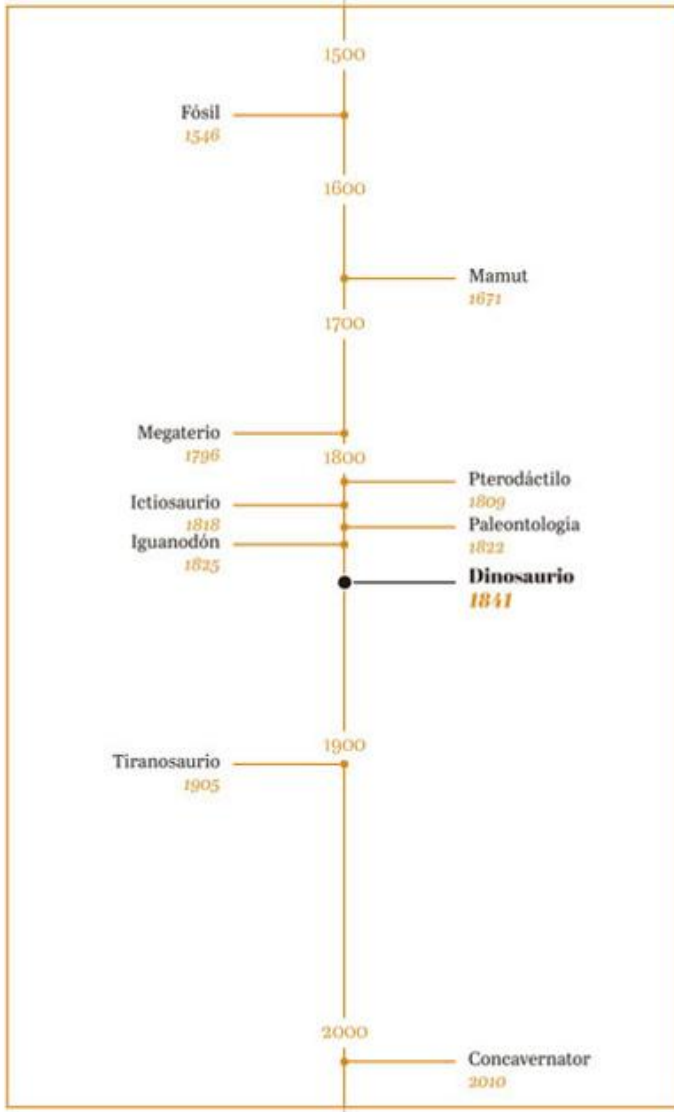
La aportación geométrica más reciente, y a la que más cariño le tengo, se la debemos a un equipo de investigadores españoles que en 2018 descubrieron una nueva figura de tres dimensiones que podía añadirse a la lista de las anteriores y a otras que ya conocemos, como el cilindro, el cono o la esfera. Lo que averiguó el equipo del biólogo sevillano Luisma Escudero, de la Universidad de Sevilla, fue que algunas células epiteliales de la mosca y de otros organismos tienen una forma desconocida hasta ahora —una especie de «prisma con cremallera»— que les permite conectarse con otras células vecinas y que facilitan la curvatura de los tejidos. Y llamaron a estas formas geométricas **escutoides**, por el apellido de su descubridor.

Según me contó el propio Luisma, el nombre se originó a partir de la broma de un colega, quien hizo un juego de palabras con su apellido. «¡Escutoide!», le gritó al final de una de sus charlas en un congreso. Y el nombre cuajó dentro de su equipo, del que formaban parte el físico Javier Buceta y los matemáticos Clara Grima y Alberto Márquez. En el artículo científico en el que describieron la nueva forma geométrica, los autores justificaron un poco mejor el nombre elegido aludiendo al vocablo latino *scūtārius* (de *scūtum*, «escudo») y al parecido de la nueva forma geométrica con el escutelo del tórax en algunos escarabajos.

Aparte de asistir en directo al nacimiento de una nueva palabra y

a su impacto científico —el hallazgo fue publicado en la revista *Nature Communications*—, lo verdaderamente interesante fue el éxito casi inmediato del término en redes sociales y medios de comunicación. El descubrimiento tuvo eco en la CBS y en la NBC, así como en varias revistas científicas como *New Scientist*, *Scientific American* y *The New Yorker*. En esta última, el titular «Todos somos escutoides» dio el pistoletazo de salida a la fiebre por estas nuevas formas geométricas, que se convirtieron en una especie de icono pop.

A partir de ahí se diseñaron esculturas, vajillas, joyas, lámparas y todo tipo de objetos inspirados por los escutoides. Hay movimientos de baile, un gel para zapatillas deportivas e incluso proyectos arquitectónicos inspirados por esta forma geométrica. Y en buena parte, reconoce Luisma, por el buen ojo a la hora de ponerle nombre.


1500
Fósil
1546
1600
Mamut
1671
1700
Megaterio
1796
1800
Pterodáctilo
1809
Ictiosaurio
1818
Paleontología
1822
Iguanodón
1825
Dinosaurio
1841
1900
Tiranosaurio
1905
2000
Concavernator
2010

D de Dinosaurio

Visto en perspectiva, el hallazgo de restos de criaturas del pasado remoto y su interpretación ha sido uno de los mayores desafíos para el entendimiento humano y uno de los mejores ejemplos de cómo la ciencia se abre paso tanteando en la oscuridad, hasta ordenar los componentes de un complicado puzle. Porque deducir que el planeta estuvo habitado en el pasado por una abrumadora variedad de animales gigantescos y que estos desaparecieron más o menos súbitamente no es algo sencillo ni intuitivo. Es más, si te lo cuentan así, de entrada parece un disparate.

Durante miles de años, el hallazgo casual y esporádico de restos de grandes animales se explicó siguiendo la lógica de cada época. Fue así como nacieron las leyendas de los dragones (seguramente a partir del hallazgo de restos de dinosaurios en el desierto de Gobi) y de otros seres mitológicos como los grifos (se cree que inspirados por restos de *Protoceratops*). La idea de relacionar estos restos con seres de un pasado remoto se fue fraguando de forma muy paulatina y en medio de muchas contradicciones y malentendidos.

La palabra **fósil**, del latín *fodere* (excavar), de la que deriva *fossile* (lo que es excavado) se usaba desde la época de los romanos, pero se considera que el primero en usarla en el sentido moderno fue el alquimista alemán Georgius Agricola, quien en una obra titulada *De Natura Fossilium*, publicada en 1546, hablaba de determinadas rocas que producían formas que recordaban a plantas o a animales, aunque no llegaba a concluir que hubieran sido producidas directamente por estos. Y eso a pesar de que, unos siglos antes, en el año 1027, el filósofo persa Ibn Sina (Avicena) sí había aludido correctamente a la «petrificación de los cuerpos de plantas y animales», que se producía repentinamente durante terremotos y hundimientos o por «una poderosa virtud mineralizante y petrificante» de algunas rocas.

Hubo que esperar hasta mediados del siglo XVII para encontrar bien documentado el hallazgo del primer fósil de dinosaurio, aunque de entrada fue confundido con el fémur de un humano gigante y etiquetado posteriormente de una forma bastante pintoresca.

ESCROTOS DE PIEDRA En su *Historia Natural de Oxfordshire*, de 1677, el naturalista inglés Robert Plot seguía anclado en la idea de que los fósiles no eran restos de animales vivos, sino que, en su mayoría, se trataba de cristalizaciones que habían adquirido formas caprichosas, al igual que lo hacen las estalactitas o los copos de nieve. En aquella

obra, Plot también describía «un hueso auténtico, ahora petrificado» que, por su gran tamaño, le había parecido en principio de un elefante. Sin embargo, al compararlo con los huesos reales de uno de estos animales se convenció de que procedían de un ser humano de grandes dimensiones, quizá de los tiempos bíblicos. «Si no son ni huesos de caballos, ni de bueyes o de elefantes —escribió—, deben de haber sido los huesos de hombres o mujeres. Nada impide que puedan haberlo sido, siempre que quede claro que ha habido hombres y mujeres de estatura proporcionada en todas las edades del mundo, hasta nuestros días.»

Aunque aquel fósil se perdió, hoy sabemos que se trataba de la cabeza del fémur de un dinosaurio gracias a la detallada ilustración que Plot incluyó en su tratado y que dio pie a que, un siglo después, el naturalista Richard Brookes decidiera ponerle un nombre científico a aquel espécimen. Como la forma le recordaba a cierta parte de la anatomía masculina, la ilustración del fósil apareció etiquetada, en una obra publicada en 1763, con el nombre de ***Scrotum humanum*** (escroto humano), siguiendo la nomenclatura binomial en latín recién creada por Carlos Linneo. Y lo curioso es que este nombre tan grotesco —que algunos atribuyen a un error del ilustrador— perduró durante muchas décadas, hasta que se determinó que se trataba de los huesos de un ***Megalosaurus***.

Huesos antiguos

Por casualidades de la vida, el hueso descrito por Plot y renombrado por Brookes pertenecía a la primera especie de dinosaurio no aviar nombrada científicamente. Su descubrimiento y bautizo se materializó en 1824, cuando el profesor de geología de la Universidad de Oxford William Buckland presentó ante la Sociedad Geológica de Londres el análisis de una serie de huesos de enormes dimensiones hallados en la cantera de Stonesfield. En el artículo que publicó un tiempo después, describió así a la especie: Por lo tanto, teniendo en cuenta la enorme magnitud que alcanza este saurio, me he aventurado (…) a asignarle el nombre de *Megalosaurus*.

Aquella reunión de la Sociedad Geológica en la que se presentaron los restos del primer «lagarto enorme» (del griego *Mega* + *sauros*) fue un punto culminante para la recién nacida ciencia de la **paleontología**, término acuñado solo dos años antes, en 1822, por el francés Henri Marie Ducrotay de Blainville para designar el «estudio de lo antiguo» que venían realizando muchos naturalistas ilustres, entre quienes destacaba el francés George Cuvier.*

En aquellos años, los naturalistas se afanaban en poner orden en la multitud de fósiles de diversas épocas que aparecían en los

yacimientos, muchos de los cuales correspondían a grandes animales que no eran del mismo tipo ni de las mismas épocas, aunque siempre procedían de un pasado remoto. Así, en aquella misma reunión de la Sociedad Geológica de Londres de 1824 en la que Buckland hizo su anuncio, se presentó también un espécimen muy completo de ***Plesiosaurus*** (del griego *plesios*, «cercano a», y *sauros*, «lagarto»), un reptil marino que convivió con los dinosaurios en el Jurásico. Unos años antes, en 1809, el propio Cuvier había nombrado a los reptiles voladores que hoy conocemos como **pterodáctilos** (que en griego significa «dedo alado» y que alude a la anatomía de sus alas), y en 1811, con solo doce años, la pequeña Mary Anning descubrió el primer esqueleto de unos reptiles que luego se llamarían ictiosaurios (del griego *ikhthús*, «pez»).

EL DIENTE DE LA IGUANA En aquel frenesí de descubrimientos, fue también una mujer la que encontró los restos de otra criatura que se iba a incorporar al catálogo de gigantes del pasado. En 1822, Mary Ann Mantell descubrió en un bosque varios grandes fósiles con forma de diente y se los mostró a su marido, el naturalista Gideon Mantell, que los envió posteriormente a Cuvier. Aunque el eminente paleontólogo francés creyó que se trataba de la dentadura de un rinoceronte, Mantell habló con otros especialistas y terminó presentando su descubrimiento en 1825. En aquella reunión, explicó a los miembros de la Royal Society que había descubierto los restos de un saurio de 12 metros de longitud al que, por sus dientes parecidos a los de una iguana, había bautizado como **iguanodón**. Y para reforzar su elección, presentó una ilustración en la que se comparaban los fósiles de dientes de *Iguanodon* con los de una iguana moderna.

A raíz del descubrimiento en 1834 de los restos de otro espécimen, Mantell hizo la primera reconstrucción del aspecto que pudo tener aquel animal, que hoy constituye uno de los mejores ejemplos de lo difícil que resultó interpretar correctamente la anatomía de aquellos seres vivos. En un primer esbozo, Mantell colocó uno de los huesos afilados —que hoy sabemos que pertenecía a un pulgar— en la nariz del iguanodón, como si se resistiera a enmendarle la plana a Cuvier y quisiera que el animal conservara todavía algo de rinoceronte. En los años siguientes, otros paleontólogos recrearon erróneamente al iguanodón en posición erguida y apoyado sobre su cola como un canguro, cuando hoy sabemos que era un cuadrúpedo que, si bien podía erguirse sobre dos patas, mantenía la cola en el plano horizontal para estabilizarse.

LAGARTOS «TERRIBLES»

Dados estos precedentes, cuando se señala al paleontólogo inglés Richard Owen como «descubridor» de los dinosaurios se incurre en una simplificación histórica, pues, en aquellos años, fueron muchos los hallazgos simultáneos que encarrilaron el conocimiento de dichas criaturas. Lo que sí es cierto es que Owen ordenó las ideas sobre su anatomía y les puso nombre en 1841, cuando escribió lo siguiente en un informe dirigido a la Asociación Británica para el Avance de la Ciencia (la ya citada BAAS): La combinación de tales caracteres... totalmente peculiares entre los reptiles... todos ellos presentes en criaturas cuyo tamaño supera con creces al mayor de los reptiles existentes, se considerará motivo suficiente, a mi entender, para establecer una tribu distinta o suborden de Reptiles Saurios, para los que yo propondría el nombre de ***Dinosauria***.

Aquel nombre, compuesto a partir de la palabra griega *deinos* (terrible o aterrador) y el sufijo griego *-sauros*, se convirtió en la denominación genérica para el grupo de animales extintos que ha fascinado a tantas generaciones de seres humanos.* En los años siguientes, el grupo de los dinosaurios se fue completando con nuevas especies que necesitaron nuevos nombres, como el ***Diplodocus*** (del griego *diploös*, «doble», y *dokos*, «viga»), bautizado así por Othniel Charles Marsh en 1878 en referencia a la forma de su cola, o el «rey de los lagartos tiranos» (***Tyrannosaurus rex***), término acuñado por Henry Fairfield Osborn en 1905 por razones que resultan obvias. Aunque cada año se siguen descubriendo y nombrando especies nuevas, por proximidad y cariño mencionaremos aquí al ***Concavenator corcovatus***, que se podría traducir como el «cazador de Cuenca jorobado», nombre que le dieron en 2010 el paleontólogo José Luis Sanz y su equipo a los restos de un terópodo descubierto por ellos en el yacimiento conquense de Las Hoyas.

Volviendo al siglo XIX, cuando Owen acuñó el apelativo de «terrible» para aquellos lagartos bien podría habérselo aplicado a sí mismo, pues se comportó como un mal bicho con otros científicos, incluido su aborrecido Darwin, a cuyas teorías se opuso violentamente en defensa del «creacionismo». Owen también fue acusado de plagio por sus contemporáneos y trató de atribuirse el descubrimiento del iguanodón, ignorando al matrimonio Mantell.

Para la Gran Exposición de Londres de 1851, el naturalista inglés supervisó la construcción de una treintena de reproducciones a escala real de dinosaurios, incluidos los iguanodones y los megalosauros, que eran las primeras de ese tipo en la historia. En la Nochebuena de 1853, Owen invitó a 21 científicos célebres, entre ellos a Buckland y a Cuvier, a una excéntrica cena que pasó a la historia y que tuvo lugar dentro de una estructura con forma de iguanodón. Aquellas reproducciones se siguen conservando hoy, incluido el irrisorio

iguanodón encargado por Owen, como ejemplo de las interpretaciones erróneas de aquellos primeros años y también como recordatorio —a mi juicio— de la soberbia de aquel personaje.

Bestias desconocidas

En aquel ambiente de descubrimiento de los siglos XVIII y XIX, empezó a correr una noticia curiosa: se habían hallado unos grandes huesos que, si bien parecían de elefantes, se habían localizado en lugares del hemisferio norte donde su presencia no tenía sentido. En 1796, tras analizar los restos de los dientes, Cuvier propuso para estas criaturas la denominación de **mastodonte**, del griego *mastos* (seno o pecho) y *odontos* (diente), pues las cúspides en forma de cono de sus piezas dentales le recordaban la forma de los senos (otros veían escrotos en las cabezas de los fémures, qué le vamos a hacer).

Aunque el nombre de mastodonte se mantuvo entre algunos especialistas durante un tiempo, terminó decayendo en favor del término usado por los pueblos siberianos para denominar los huesos de aquellos gigantes: a partir del ruso мамонт (*mamont*) y a través del francés *mammouth* nos llegó el nombre de **mamut**. También contribuyó a consolidar este último nombre el hecho de que el naturalista alemán Johann Friedrich Blumenbach lo diera por válido y clasificara científicamente a la especie como *Elephas primigenius* (el primer elefante).

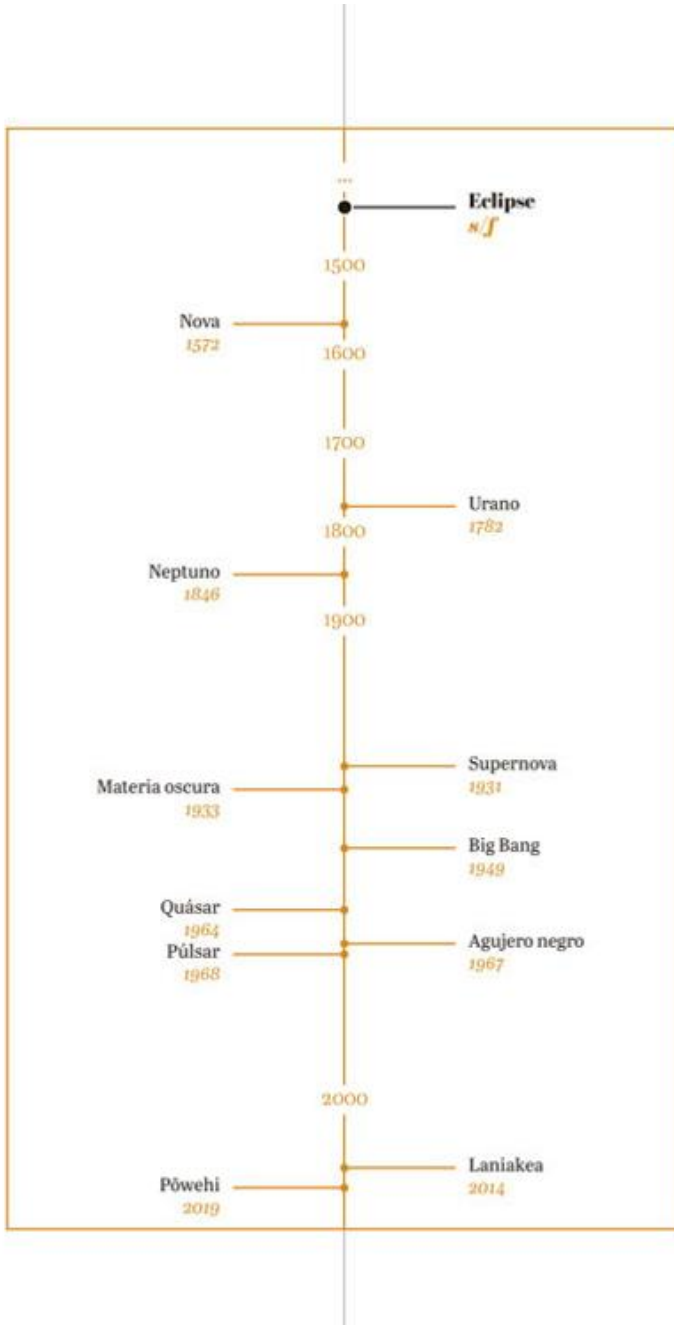
La reconstrucción de aquellos animales también dio lugar a varios equívocos divertidos. En 1799, el comerciante ruso Roman Boltunov compró los primeros restos de un *Elephas primigenius* a un granjero y realizó un dibujo en el que lo representó como una especie de jabalí regordete. Más adelante, un artista de Nueva York llamado Alexander Anderson dibujaría su esqueleto con los colmillos saliendo de sus ojos, mientras que el pintor estadounidense Rembrandt Peale los colocaría apuntando hacia abajo, convencido de que esos animales eran grandes carnívoros.

La confusión sobre estas criaturas podría remontarse a la propia raíz de su nombre, pues algunos de los pueblos que encontraron los primeros restos pensaron que pertenecían a animales gigantescos que vivían bajo tierra. Aunque el origen de la palabra «mamut» no está del todo claro, algunos especialistas defienden que procede de la palabra *mēmoŋt*, de la etnia siberiana mansí, que significa «cuerno de tierra». Esta hipótesis resulta más consistente si nos basamos en la lengua estonia, donde la palabra *maa* significa «tierra» y *mutt* significa «topo». En todo caso, tiene sentido que, al ver aquellos huesos enterrados en el permafrost, nuestros antepasados se plantearan su naturaleza subterránea.

Para añadir más confusión, en el siglo XVII también llegaban a Europa testimonios de personas que afirmaban haber visto mamuts vivos en las lejanas y frías tierras rusas, algo muy similar a lo que ocurriría en 1787, cuando fray Manuel Torres descubrió, en la actual Argentina, los huesos de una enorme criatura en la ribera del río Luján. Se cuenta que, al llegar la noticia del descubrimiento a oídos del rey Carlos III, a cuyo reino aún pertenecía aquel territorio, el monarca encargó a sus hombres que le trajeran vivo a uno de aquellos animales, que Cuvier bautizó en 1796 como ***Megatherium*** («gran bestia» en griego).

El fósil de aquel primer **megaterio**, una criatura que tenía el aspecto de un perezoso gigante y que vivió en Sudamérica hasta hace unos 8.000 años, fue enviado al Real Gabinete de Historia Natural de Madrid. Hoy día se sigue conservando en el Museo Nacional de Ciencias Naturales, donde podemos verlo en la misma posición que le adjudicó el naturalista Juan Bautista Bru.

Aunque la posición anatómica es errónea (está a cuatro patas y sabemos que estaba erguido), el museo conserva tal cual la reconstrucción, pues tiene el valor de ser la primera de un gran mamífero fósil. Asimismo, los dibujos de Bru —que fueron estudiados posteriormente por Thomas Jefferson y por Charles Darwin— sirvieron a George Cuvier para describir por primera vez a la especie y clasificarla como *Megatherium americanum*, «la gran bestia americana». Como dice el historiador Juan Pimentel, «al emplear la nomenclatura binomial a un fósil, Cuvier estaba apuntando a la existencia en un pasado remoto de una fauna desaparecida ya de la tierra».* En otras palabras, estaba abriendo la ventana a los increíbles descubrimientos sobre las fantásticas criaturas extintas que llegarían en los años siguientes y que iban a reescribir la historia de la vida en el planeta.


...
Eclipse
s/f
1500
Nova
1572
1600
1700
Urano
1782
1800
Neptuno
1846
1900
Supernova
1931
Materia oscura
1933
Big Bang
1949
Quásar
1964
Agujero negro
1967
Púlsar
1968
2000
Laniakea
2014
Pōwehi
2019

E de Eclipse

Nuestra mirada al cielo nocturno y nuestra exploración del universo han sido y siguen siendo una fuente constante de conocimiento y de nuevas palabras. Además de los términos con los que designamos a estrellas, planetas y galaxias, muchas expresiones de uso diario se las debemos a los primeros observadores del cielo. Las palabras **cosmético** (derivado de *cosmos*, que significaba «orden, limpieza y belleza») o **desastre** (en su origen etimológico, algo así como «quedarse sin estrella») son solo dos buenos ejemplos de la influencia que la astronomía ha tenido en nuestras vidas,* un campo que no ha dejado de evolucionar e incorporar nuevos descubrimientos y en el que se han etiquetado algunos de los fenómenos más genuinamente *asombrosos* que conocemos.

Una de las formas más bonitas y directas de aproximarse a esta confluencia de la astronomía y el lenguaje es plantarse en mitad de cualquier noche oscura y despejada y observar la línea por la que se mueven algunos de los objetos más brillantes del cielo. Estos objetos, que llamaron la atención de todas las culturas, fueron denominados por los griegos **planetas** (errantes o vagabundos). Si uno mira el cielo nocturno durante el tiempo suficiente, comprenderá enseguida ese nombre, puesto que los planetas son los únicos objetos que van cambiando de posición cada noche respecto al fondo de estrellas, que parece rotar de forma conjunta (no es extraño que nuestros antepasados pensaran en una bóveda celeste en la que las estrellas estaban fijas y que la llamaran **firmamento**).

La línea imaginaria por la que se mueven estos objetos errantes se conoce como la **eclíptica**, pues es el lugar en el que se producen los **eclipses**, ya que coincide con la línea de recorrido aparente del Sol y es donde este se cruza con la Luna. La explicación está en que nuestro sistema solar se formó a partir de un gigantesco disco de materia y casi todos los objetos se mantienen más o menos en el mismo plano.

Sombras que iluminan

La palabra «eclipse», que procede del griego *ékleipsis* y significa «desaparición» o «abandono», inicialmente se utilizó para designar las ocasiones en las que el Sol se oscurecía en pleno día y sembraba el terror entre los seres humanos. En 1611, el término aparece entre las definiciones del que se considera el primer diccionario del castellano, el *Tesoro de la Lengua española* de Sebastián de Covarrubias. Allí se

recoge como «el defecto de la luz del Sol o de la Luna» en nuestro hemisferio y como lo que ocurre «cuando la Luna se interpone entre el Sol y la tierra, o la tierra y su sombra entre el Sol y la Luna».

Hay pocos fenómenos tan impactantes como la contemplación de la totalidad de un eclipse solar, cuando la temperatura baja súbitamente, sopla un viento que parece salido de la nada y los grillos se ponen a cantar. Esta sensación entronca, muy a propósito, con el sentido de la palabra **asombrar**, una creación lingüística más moderna que literalmente significa «proyectar una sombra sobre algo», que no deja de ser lo que sucede durante un eclipse. De hecho, es interesante observar que la palabra «asombro» conserva al mismo tiempo el significado de «gran admiración o extrañeza» y el de «susto» y «espanto» en la definición del diccionario, como si describiera una especie de sorpresa que tiene la potencialidad de aterrar, justo lo que sentiríamos si el sol se oscureciera de pronto.

En los primeros individuos de nuestra especie que presenciaron un eclipse, aquel fenómeno producía la impresión de que una criatura monstruosa estaba devorando a nuestro astro: los chinos se ponían a golpear cazos y sartenes para espantar a los dragones que se estaban comiendo el sol, los habitantes de la India se sumergían hasta el cuello en el agua mientras aquella batalla se libraba en los cielos, y los aztecas pensaban que los demonios de la oscuridad descendían para comerse a los hombres. Por fortuna, nuestros congéneres se fueron serenando poco a poco y aprovecharon aquella oscuridad para obtener información muy valiosa sobre los engranajes existentes en los cielos.

Los momentos en que la Luna pasaba por delante del Sol sirvieron para ver con claridad algunas de las características de nuestra estrella, como su «melena» de rayos. Así, en 1806, el español José Joaquín de Ferrer contempló (y dibujó) un eclipse desde el estado de Nueva York y bautizó aquel anillo que aparecía por detrás de la Luna con el nombre de **corona**, término que se sigue utilizando hoy día, también en inglés. «El disco solar aparece definido, muy oscuro, en contraste con la *corona* luminosa», escribió.*

En 1868, el físico francés Pierre Janssen apuntó al Sol con su espectroscopio durante un eclipse en la India y descubrió un nuevo elemento, el **helio**, antes de que nadie lo hubiera visto en la Tierra. Y más tarde, en 1919, el astrofísico británico Arthur Eddington viajó a la isla de Príncipe, en el golfo de Guinea, para observar el eclipse solar y confirmar la entonces polémica Teoría de la Relatividad General de Albert Einstein.

Especialmente útiles fueron los **tránsitos**, los momentos en que uno de los dos planetas interiores del sistema solar pasa entre nosotros y la estrella. La observación colectiva del tránsito de Venus —en la que participó el capitán Cook desde la Polinesia— sirvió para intentar

calcular por primera vez con mayor precisión la distancia de la Tierra al Sol y para establecer las dimensiones del lugar en el que habitamos. Un poco antes, en 1676, el astrónomo danés Ole Rømer había aprovechado los eclipses de una luna de Júpiter, Ío, para establecer por primera vez la velocidad de la luz, y hoy se utiliza la pequeñísima variación de brillo que se produce en algunas estrellas lejanas para detectar la existencia de **exoplanetas** que giran en torno a ellas y pasan furtivamente por delante.

Nunca la oscuridad fue tan provechosa.

Visitantes en el vecindario

A pesar de estos sobresaltos, el cielo nocturno —con sus estrellas fijas y sus luces errantes que seguían el caminito de la eclíptica— era, en términos generales, un escenario bastante tranquilo y previsible. Por eso resulta comprensible que las novedades en la cúpula nocturna infundieran temor y se asociaran a acontecimientos negativos como guerras, hambrunas y *desastres* de todo tipo. Los objetos que aparecían en el cielo con su larga cabellera aterraron a los pueblos de la Tierra igual que lo hicieron los eclipses, y los griegos los bautizaron como **cometas** (*kómē* significa «cabello», y *kométes*, «de cabello largo»). Dado que brillaban a plena luz del día, Aristóteles y sus contemporáneos creyeron que eran fenómenos «sublunares», pues entonces se pensaba que las otras esferas eran un lugar armonioso donde no se producían cambios bruscos.

A partir del siglo XVI, aquella idea iba a ser desechada gracias a las observaciones del astrónomo Tycho Brahe (quien dedujo por primera vez que los cometas estaban mucho más lejos de lo que creía Aristóteles) y a los cálculos de Edmund Halley, quien, utilizando los conocimientos sobre la gravedad que acababa de establecer Newton, llegó a la extraordinaria conclusión de que aquellos esquivos cuerpos celestes estaban viajando en órbita por nuestro sistema solar e iban y venían periódicamente. Para entonces, las observaciones de Galileo y Kepler, con los recién creados telescopios, habían iniciado la demolición del modelo geocéntrico y de la vieja creencia de que el cielo nocturno era un lugar inmutable: primero vieron las manchas de la Luna, que resultó no ser inmaculada, y más tarde los misteriosos puntos oscuros que cruzaban el disco solar y las lunas que se veían pululando alrededor de los viejos planetas errantes, que finalmente no eran tan solitarios.

Aunque cada cultura tenía sus propias denominaciones, los nombres de los planetas que han llegado hasta nosotros se los debemos a la mitología de los romanos, que a su vez se inspiraron en los griegos. Hasta mediados del siglo XVIII, **Mercurio**, **Venus**, **la**

Tierra, **Marte**, **Júpiter** y **Saturno** configuraban un sistema de seis planetas vecinos que daban vueltas alrededor del Sol y permanecían en equilibrio gravitatorio. Pero la familia iba a crecer en las décadas siguientes, y eso forzó a los científicos a crear nuevos nombres.

El primer hallazgo importante se produjo el 13 de marzo de 1781, cuando, con el enorme telescopio que había construido en el jardín de su casa de Bath, en Inglaterra, el astrónomo William Herschel descubrió un objeto que cambiaba de posición en el cielo nocturno y que en principio tomó por una «estrella nebulosa» y por un cometa. Cuando comprendió que se trataba de un nuevo planeta, Herschel decidió ponerle el nombre de **Georgium Sidus** (la estrella de Jorge) en honor al rey Jorge III, que financiaba sus observaciones. En el resto de los países, lógicamente, aquel homenaje no hizo ninguna gracia y se sucedieron las propuestas para nombrar más decorosamente al nuevo miembro de la familia celeste. Por suerte, se terminó imponiendo la propuesta del astrónomo alemán Johann Elert Bode, quien, con una lógica aplastante, recordó que Saturno era el padre de Júpiter, de modo que lo más sensato era continuar la secuencia y designar al nuevo planeta con el nombre del padre de Saturno, es decir, **Urano**.*

El siguiente vecino, mucho más lejano y difícil de observar desde la Tierra, no fue descubierto y bautizado hasta casi un siglo después. Y su hallazgo fue incluso más emocionante, pues el matemático y astrónomo francés Urbain Le Verrier predijo su existencia mediante cálculos sobre el papel, al intentar explicar las diferencias observadas en la órbita de Urano y contrastarlas con lo que predecían las leyes de Kepler y Newton. Cuando se dio cuenta de que los números le señalaban la influencia que estaba ejerciendo otro cuerpo invisible hasta entonces, el astrónomo francés le pidió a Johann Gottfried Galle que lo buscara, y este, gracias a los datos de posición proporcionados por Le Verrier, lo localizó en septiembre de 1846 desde el Observatorio de Berlín. Su amigo François Arago, quien aseguró que Le Verrier había visto el nuevo astro «en la punta de su pluma», sugirió que el planeta pasara a ser conocido con el nombre de su descubridor, pero este mostró su grandeza y, siguiendo con la saga de dioses del Olimpo, propuso que se llamara **Neptuno**.

El repertorio de dioses y héroes clásicos sirvió para seguir nombrando a otros satélites, asteroides y planetoides que se fueron encontrando, como por ejemplo el ahora planeta enano **Plutón** (cuyo nombre fue propuesto por una niña de 11 años llamada Venetia Phair). Sin embargo, enseguida se produjeron tantos hallazgos que fue necesario recurrir a otras mitologías. Así, por ejemplo, los satélites de Urano recibieron nombres de personajes de obras de William Shakespeare, como **Titania**, **Ofelia** y **Oberón**.

Con el tiempo, y para apartarse un poco de tanto anglo y eurocentrismo, la Unión Astronómica Internacional (UAI) se ha ido abriendo a nombrar más cuerpos celestes con mitologías de otras culturas y personajes de otros universos literarios. Gracias a una intensa campaña de astrónomos españoles, por ejemplo, en el año 2015 se bautizó a la estrella situada a unos 50 millones de años luz de distancia, y conocida hasta entonces como *μ Arae*, con el nombre de **Cervantes**, y a los planetas de su sistema como **Dulcinea**, **Quijote**, **Sancho** y **Rocinante**.

Al último y más misterioso de los visitantes de nuestro vecindario, un enorme objeto interestelar de forma alargada que atravesó el sistema solar en 2017, se le puso el nombre de **Oumuamua**, palabra hawaiana que significa «explorador» y que se traduce a menudo como «primer mensajero distante». Tanto su naturaleza como este nombre tan sugerente llevaron a algunos a fantasear con la idea de que se trataba de una especie de nave extraterrestre, e incluso hubo quien planteó seriamente llamarlo «Rama», como en la famosa novela *Cita con Rama*, de Arthur C. Clarke (1973).

Luces nuevas

En el año 1572, cuando tenía 26 años, Tycho Brahe detectó una luz en el cielo nocturno que en principio era tan brillante como Júpiter y que fue creciendo en intensidad hasta hacerse visible durante el día. Aquel extraño brillo se prolongó durante dos años, y el joven astrónomo publicó un artículo en el que dio a conocer aquella *Stella Nova* («estrella nueva», en latín). De ahí que hoy se conozca comúnmente como **nova** a cualquier estrella que aparece de pronto en el firmamento y que se debilita lentamente en el transcurso de varias semanas o meses.

De acuerdo con la Sociedad Española de Astronomía, el término «nova» designa científicamente a un tipo muy concreto de fenómeno «asociado a estallidos en una enana blanca, que forma parte de un sistema binario y se encuentra recibiendo masa de la estrella compañera». Hoy sabemos que el astro que Tycho Brahe vio en el cielo en 1572 no pertenecía a este tipo, sino a uno más luminoso asociado a una estrella de neutrones. Este segundo tipo fue etiquetado en 1931 por Walter Baade y Fritz Zwicky con el término **supernova**. Los conocimientos sobre estas explosiones se siguen actualizando todavía: en una fecha tan reciente como 2022, un equipo de astrónomos identificó otras explosiones similares a las novas, pero más pequeñas en escala y que duran solo varias horas, a las que bautizaron como **micronovas**.

A aquel primer fogonazo detectado por Brahe en el cielo se lo

conoce en astronomía como **SN 1572** o **supernova de Tycho**, y sus restos aún son visibles con el telescopio. No fue el único en verlo —dieron testimonio de ello otros astrónomos europeos y chinos— ni fue la primera supernova detectada: hay documentos que apuntan a la observación de hasta cuatro supernovas anteriores, la primera en el año 185 d. C, avistada por los chinos y probablemente por los romanos. También hay representaciones en piedra con más de 6.000 años de antigüedad que hacen pensar que aquellas primeras comunidades humanas fueron testigos de la aparición de algunas de estas luces en el cielo.

Las pruebas sobre las supernovas del pasado se ponen también interesantes cuando nos acercamos en el tiempo. En 1972, los astrónomos descubrieron en la constelación de Géminis una intensa fuente de rayos gamma a unos 600 años luz de distancia: se trataba de los restos de la explosión de una supernova que se produjo hace unos 300.000 años. Se considera que esta supernova fue la responsable de crear el área de baja densidad de la Vía Láctea en la que se mueve el sistema solar y que se conoce como **Burbuja Local**. Es decir, moldeó el entorno estelar en el que nos movemos. Para nombrarlo, los astrónomos eligieron una palabra preciosa, **Geminga**, que es al mismo tiempo una contracción de *Gemini gamma-ray source* («fuente de rayos gamma de Géminis», en inglés) y una expresión del dialecto lombardo de Milán que significa «no está ahí».

UNIVERSOS-ISLA El camino para conocer nuestro lugar en el universo estuvo plagado de sorpresas. Desde el tiempo de los griegos se usó la palabra **galaxia** (de *gála*, *gálaktos,* «leche») para designar al camino lechoso que atraviesa el cielo nocturno y que hoy sabemos que es la **Vía Láctea**, pero entonces a nadie se le pasaba por la cabeza que viviéramos en la inmensidad del cosmos rodeados por otras galaxias. La primera aproximación fue llamar **nebulosas** a los grupos de estrellas borrosas que se veían en el cielo nocturno. Ya en los tiempos de William Herschel se fantaseó con la existencia de otros «universos-isla», pero el debate definitivo sobre la cuestión se produjo a principios del siglo XX, entre los astrónomos que pensaban que aquellas formaciones estaban dentro de nuestra galaxia y Heber Doust Curtis, que anticipó correctamente que las nebulosas en espiral eran galaxias como la nuestra.*

La confirmación vino de la mano del estadounidense Edwin Hubble, quien, en 1924 —y aprovechando el trabajo previo de la gran Henrietta Leavitt, basado en la medición de los periodos de luminosidad de las estrellas—, determinó la distancia de la nebulosa de Andrómeda —ocho veces superior a las estrellas más remotas conocidas hasta entonces— y fue descubriendo un buen número de

nuevas galaxias y cambiando nuestra idea de las distancias y dimensiones del universo.

Poco después, los astrónomos siguieron bautizando realidades extraordinarias y desconocidas hasta entonces como quien tira de una madeja. Aprovechando los descubrimientos de Hubble, el astrónomo y sacerdote belga Georges Lemaître propuso en 1931 su «hipótesis del átomo primitivo», que hoy conocemos como **Big Bang** (Gran Explosión) por unas palabras pronunciadas en 1949 por su colega Fred Hoyle en un programa de la BBC: Estas teorías se basaban en la hipótesis de que toda la materia del universo se creó en una gran explosión [*big bang*] en un momento particular del pasado remoto.

La expresión acabó consolidándose un tiempo después, más o menos en la época en que se puso nombre a los **agujeros negros** (término popularizado tras una conferencia del físico John Wheeler en 1967, pero usado por primera vez tres años antes por la periodista Ann Ewing). Estos fenómenos conforman nuestro imaginario actual del universo, junto a otros términos igualmente fascinantes. Así, por ejemplo, la expresión **materia oscura** (en alemán *Dunkle Materie*), fue acuñada en 1933 por el astrofísico suizo Fritz Zwicky, el mismo que habló por primera vez de «supernovas», mientras que, en 1998, fue Michael Turner quien puso nombre a la misteriosa «energía oscura».

«Pequeños hombrecillos verdes»

Gracias a la exploración con nuevos instrumentos como los radiotelescopios, se descubrieron otras realidades cósmicas como los **quásars**, «cuásares» en español, enormes fuentes de energía asociadas a agujeros negros en el centro de galaxias recién nacidas y que fueron nombradas por el astrofísico Hong-Yee Chiu en 1964. «Hasta el momento, el nombre, torpe y largo, de "*quasistellar radio sources*" [fuentes de radio casi estelares] es el que se ha utilizado para describir a estos objetos —escribió—. Por conveniencia, a lo largo de este artículo se utilizará la forma abreviada quasar.»

La terminación de este nuevo nombre iba a tener eco en los descubrimientos de los años siguientes. En este sentido, tenemos lo que se conoce como **blázar** (otro tipo muy potente de fuente de energía en el centro de las galaxias «activas», nombrado en 1998) o el **magnetar** (un tipo de estrella de neutrones con un fuerte campo magnético, nombrado en 1992).

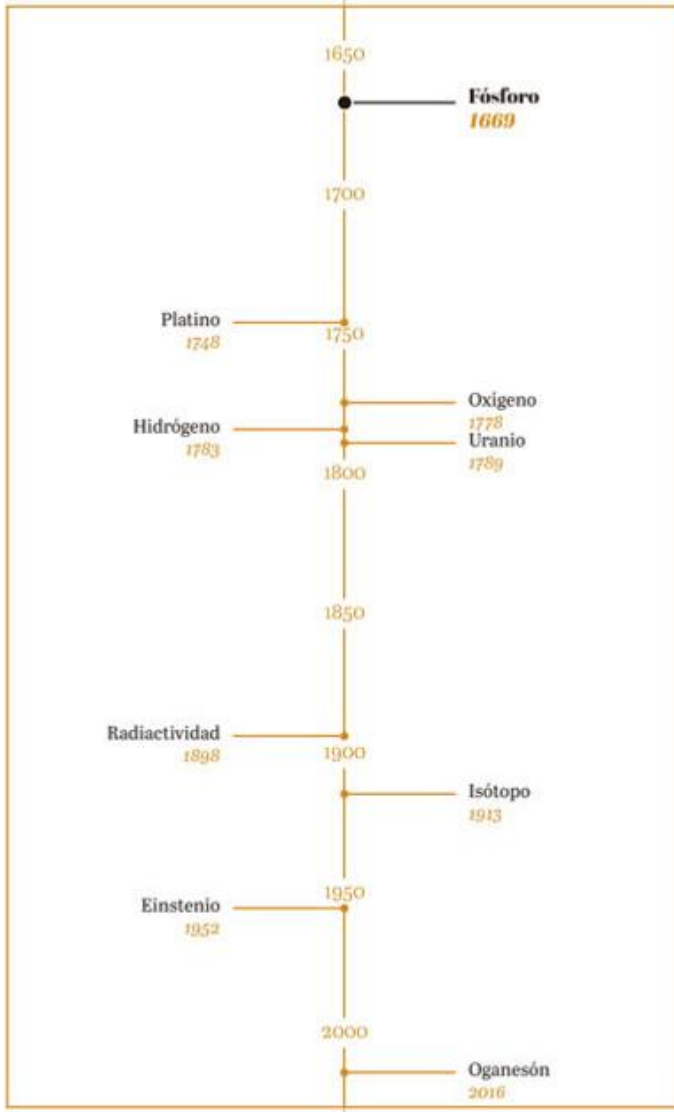
Mención aparte merece la señal repetitiva que detectaron con su radiotelescopio Jocelyn Bell y Antony Hewish en 1967 y que confundieron de entrada con señales enviadas por seres inteligentes. Es por eso que la etiquetaron, medio en broma medio en serio, como LGM (por *Little Green Men,* Pequeños Hombrecillos Verdes), aunque,

en 1968, tras comprobar que la señal se detectaba en otros lugares del universo y que procedía de estrellas de neutrones que giraban muy rápido, decidieron ponerle la etiqueta de **púlsar**, una especie de acrónimo de *pulsating star* (en inglés, «estrella pulsátil»). Como ya había ocurrido con Lise Meitner —la descubridora de la fusión del átomo—, la gran Jocelyn Bell, pese a haber descubierto la primera señal de radio de este tipo de estrellas, se quedó sin premio Nobel, que en cambio sí recibieron Antony Hewish y el astrónomo Martin Ryle en 1974.

El cielo inconmensurable

El trabajo de exploración y generación de nuevos nombres daría para muchísimas más páginas. Uno de los episodios más recientes y bonitos se produjo en septiembre de 2014, cuando un grupo internacional de astrónomos presentó el mayor catálogo jamás construido de galaxias en movimiento, junto con el primer mapa detallado de la distribución del universo que nos rodea. Según esta nueva visión de nuestro entorno, la Vía Láctea está incrustada junto al «Grupo Local» en los márgenes de un supercúmulo de 500 millones de años luz de diámetro, que contiene la masa equivalente a 100.000 billones de estrellas como nuestro Sol en unas 100.000 galaxias. A este supercúmulo los astrónomos le pusieron el nombre de **Laniakea**, una palabra hawaiana que significa «cielo inconmensurable». Era su forma de homenajear a los navegantes polinesios que cruzaron el Pacífico orientándose tan solo por las estrellas, cuando la oscuridad del espacio estaba plagada de incógnitas y buena parte de los objetos del cielo aún no habían sido etiquetados.

A la lengua hawaiana le debemos también otra importante aportación tras la obtención de la primera imagen directa de un agujero negro, anunciada al mundo en abril de 2019. El consorcio EHT (Telescopio de Horizonte de Sucesos), formado por una red de ocho radiotelescopios, obtuvo la imagen de un agujero negro supermasivo en el centro de la galaxia Messier 87, situada a 55 millones de años luz de la Tierra y con una masa de 6.500 millones de veces la del Sol. Debido al papel que desempeñaron dos de los grandes telescopios de Hawái, se encargó al profesor de lengua hawaiana Larry Kimura que eligiera el nombre para este objeto tan especial. Inspirado por el relato de la creación del universo de su cultura, decidió llamar al agujero negro **Pōwehi**, que se podría traducir como «creación oscura adornada e insondable».


1650
Fósforo
1669
1700
Platino
1748
1750
Oxígeno
1778
Hidrógeno
1783
Uranio
1789
1800
1850
Radiactividad
1898
1900
Isótopo
1913
1950
Einstenio
1952
2000
Oganesón
2016

F de Fósforo

En las paredes del Museo de Arte de Derby se exhibe uno de los cuadros más interesantes de Joseph Wright, el pintor más ilustre y admirado de esta ciudad inglesa, conocido por su capacidad para retratar una época de cambios. La obra, pintada en 1771, se conoce como *El alquimista en busca de la piedra filosofal*, y en ella vemos a un anciano arrodillado y con los brazos extendidos ante una especie de matraz de gran tamaño, en cuyo interior brilla una sustancia que ilumina su rostro y parte de la habitación. La expresión del alquimista tiene un punto de adoración religiosa, tanto que algunos especialistas creen que Wright trató de copiar el gesto del *San Francisco recibiendo los estigmas* pintado por El Greco dos siglos antes. Sin embargo, por el título y el resto de los elementos, sabemos que el artista no estaba tratando de pintar un santo, sino que intentaba imaginar la escena protagonizada por el alemán Hennig Brand, quien, en 1669, mientras buscaba la fabulosa sustancia capaz de transformar cualquier metal en oro, se convirtió en uno de los primeros descubridores de un elemento químico.

La forma que ideó Brand para descubrir ese elemento tiene un punto escatológico. El alquimista reunió grandes cantidades de orina, la calentó hasta evaporarla y, a continuación, quemó los residuos precipitados en el fondo del frasco, que es el momento que representa la escena. Al quemar aquel polvillo obtuvo una especie de plasma blanco que brillaba con una intensidad casi sobrenatural. Es por ello que le puso el nombre de *Phosphorus*, el antiguo nombre del «lucero del alba» para los griegos, que significaba literalmente «portador de la luz».

Aunque desde la Antigüedad ya se conocían y se habían nombrado algunos elementos como el oro, el hierro, el estaño o el carbono, el descubrimiento de Brand marcó un pequeño punto de inflexión entre lo esotérico y lo empírico: fue un primer paso para transformar la antigua alquimia en lo que Robert Boyle bautizó en 1661 como **química**. El recién descubierto **fósforo** se ajustaba a lo que Boyle había definido como **elemento químico** (una sustancia que no se puede descomponer en materiales más simples) y apuntaba ya a varias cuestiones que más adelante serían determinantes. Por un lado, a la relación de los elementos más esenciales con la propia vida (pues aquella maravilla se obtenía a partir de material orgánico); por otro, a la conexión de estas sustancias con las estrellas (al nombrarla como «el lucero del alba», el planeta Venus), y, finalmente, a la posibilidad

de ordenar los elementos y transmutarlos en otros, una idea loca que, irónicamente, terminó materializándose sin necesidad de magia ni elixires.

Los hijos del «caos»

Más o menos en la misma época (a mediados del siglo XVII), otro alquimista de los Países Bajos llamado Jan Baptist van Helmont hizo un descubrimiento trascendental mientras buscaba el secreto para transmutar unas sustancias en otras. Van Helmont se dio cuenta de que, cuando quemaba carbón en un recipiente cerrado, al final del proceso siempre faltaba parte de su masa, y se preguntó adónde iba a parar. A aquella sustancia invisible que luchaba violentamente por salir del recipiente la llamó «espíritu salvaje» (*spiritus sylvestris*), y hoy sabemos que se trataba en su mayor parte de dióxido de carbono. Quemando otros materiales identificó otros quince espíritus similares y decidió ponerles el nombre de **gas**, una derivación de la palabra latina *chaos* (caos) por influencia del holandés *geest* (espíritu).

> A este aire, desconocido hasta el momento, lo llamo con el nuevo nombre de Gas, que ni puede ser encerrado en recipientes ni ser reducido a un cuerpo visible, a no ser extinguida su fuente.*

De aquella manera tan ingeniosa y sencilla, Van Helmont puso la primera piedra en el largo camino del estudio de las sustancias etéreas, que con el tiempo llevaría a recuperar el concepto de átomo y a la comprensión más profunda del comportamiento de la materia.

A medida que avanzaban los conocimientos, aquellos gases fueron recibiendo nombres que conservaban el sabor enigmático de los tiempos de la alquimia. «En el aire que respiramos existen los llamados gases inertes. Llevan extraños nombres griegos, de raíz culta, que significan “el Nuevo”, “el Oculto”, “el Inactivo”, “el Extranjero”», describió poéticamente Primo Levi en su libro *El sistema periódico*, en referencia al **neón**, el **kriptón**, el **argón** y el **xenón** (cuatro de los siete gases nobles que conocemos).†

En los primeros años de la química se describieron muchos gases, que fueron identificados como diferentes formas de aire. Así, el «aire inflamable», descubierto por Henry Cavendish en 1766, fue rebautizado en 1783 por Antoine Lavoisier como **hidrógeno** (en griego «productor de agua»); el «aire de fuego», descubierto por Carl Wilhelm Scheele en 1773, fue renombrado en 1778 por Lavoisier como **oxígeno** («productor de ácidos») y el «aire nocivo» hallado por Daniel Rutherford en 1772 acabó conociéndose como **nitrógeno** (productor de *nitron*, nombre griego del nitrato de potasio).

Lluvia de elementos

Además de los gases, también se amplió rápidamente la lista de los metales, más allá de los que ya se conocían desde la Antigüedad. El primero de ellos fue el **cobalto**, descubierto hacia 1730 por el químico sueco George Brandt y nombrado a partir de la palabra *kobold*, el término con el que los mineros de Sajonia llamaban a los duendes que les confundían con este tipo de minerales, conocidos por su toxicidad. Y luego vinieron tres elementos descubiertos por españoles: el **platino** (hallado por Antonio de Ulloa en América en 1748 y que recibió ese nombre por su similitud con la plata), el **wolframio** (encontrado por los hermanos Elhúyar en 1783 a partir de la wolframita) y el **vanadio** (identificado en 1801 por el hispano-mexicano Andrés Manuel del Río como «eritronio», aunque más tarde, cuando los suecos lo redescubrieron, le pusieron el nombre de vanadio en honor de la diosa nórdica Vanadis).

Los hallazgos se sucedieron gracias al desarrollo de nuevas técnicas como la electrólisis, de la que ya hemos hablado. Gracias a esta técnica, el inglés Humphry Davy descubrió un buen puñado de elementos. En pocos años nombró el **sodio**, el **potasio**, el **boro**, el **magnesio**, el **bario**, el **estroncio**, el **calcio** y el **cloro**, este último bautizado así por su color (*chlorós* significa en griego «verde pálido»). Por el color serían nombrados también el **cromo** (en 1797, derivado del griego *chroma*, «color»), el **iridio** (en 1804, por su variedad de colores), el **yodo** (en 1811, del griego *iodes*, «violeta»), el **cesio** (en 1861, del latín *caesius*, «azul celeste») y el **rubidio** (en el mismo año, del latín *rubidus*, «rojo intenso»), en este caso por la emisión de color rojo en la banda del espectro que descubrieron Robert Bunsen y Gustav Kirchhoff mediante otra herramienta especialmente prolífica para la química, la espectroscopia.

Los nombres para designar a los elementos fueron de lo más variados y, como había sucedido con la astronomía, también se recurrió a la mitología para la nomenclatura. Algunos ejemplos en este sentido son el **titanio**, descubierto en 1701 y nombrado así por los titanes de la mitología griega, y el **torio**, bautizado en 1828 a partir del nombre del dios Thor.

Sin embargo, los descubrimientos empezaron a ser tantos y tan frecuentes que para nombrar a los nuevos elementos surgió la necesidad de homenajear a ciudades, países y descubridores. Y, sobre todo, de poner un poco de orden.

DMITRI, EL VISIONARIO

En los dos siglos exactos que transcurrieron entre 1669 —el año del descubrimiento del fósforo— y 1869 —el año en que el ruso Dmitri Mendeléyev planteó la idea del sistema periódico—, se descubrieron y

nombraron alrededor de medio centenar de elementos químicos, casi la mitad de los que conocemos hoy. Aunque había habido varios intentos de organizarlos con algún criterio, la genialidad de su **tabla periódica** —con la que ordenó los elementos por la masa atómica— fue atreverse a dejar huecos para los elementos que aún no habían sido descubiertos, pero que su sistema predecía. Y estaba tan seguro de ello que se atrevió a nombrar a los que aún no habían aparecido utilizando los prefijos *eka-*, *dvi-* y *tri-* (palabras que en sánscrito significaban, respectivamente, «uno, dos y tres») para identificar al primer, segundo y tercer elemento debajo de cada uno de los ya conocidos.

Lenta e inexorablemente, en las siguientes décadas su sistema fue cosechando victorias. El «ekasilicio» se encontró en 1886 y fue nombrado como **germanio**, el «dvicesio» fue llamado **francio** tras su descubrimiento en 1939 y el «trimanganeso» fue bautizado como **renio** (por el Rin) en 1925. En el caso del «ekaluminio», descubierto por Lecoq de Boisbaudran en 1875 y bautizado como **galio**, Mendeléyev le dijo a su descubridor que revisara sus mediciones porque discrepaban de lo que él había predicho. Cuando lo hizo, y constató su error, el químico francés tuvo que rectificar.*

Por supuesto, no se hallaron todos los elementos que había predicho el químico ruso, y su tabla no carecía de defectos (poco después, gracias a los trabajos del británico Henry Moseley hubo que cambiar el criterio de ordenación y se pasó de la masa atómica al número atómico), pero la obra de Mendeléyev ha quedado para la historia de la ciencia como una demostración de lo que se puede conseguir con un buen marco teórico y mucha determinación.

Polvo de estrellas

Aunque el puzle de los elementos estaba cada vez más completo, aún faltaba comprender cuál era el origen de aquella distribución, así como la posible evolución de los elementos más sencillos de la tabla hasta los más complejos. Estas preguntas empezaron a hallar respuesta al mirar a las estrellas, cuando un grupo de científicos descifró cómo el hidrógeno y el helio (descubierto al apuntar al Sol durante un eclipse, como ya vimos, y nombrado así por el dios griego) actuaban como combustible y producían inmensas cantidades de energía durante la fusión nuclear.

Sería Fred Hoyle, el mismo que había bautizado involuntariamente el Big Bang, quien terminaría de atar los cabos en 1954 al presentar un trabajo en el que describió por primera vez cómo los elementos más pesados de la tabla periódica se producían en etapas avanzadas de fusión de eventos tan energéticos como las

supernovas. En otras palabras: cuando, en 1572, Tycho veía aquella estrella brillante en el cielo, metafóricamente estaba viendo uno de los muchos «calderos» que vierten nuevo material en el universo y de los que proceden gran parte de los elementos más pesados que el hierro que componen lo que nos rodea y a nosotros mismos. A aquel proceso se le puso el nombre de **nucleosíntesis estelar**, y es básicamente a lo que se refería Carl Sagan cuando decía que «somos polvo de estrellas».

Paralelamente, el físico George Gamow y su alumno Ralph Alpher combinaron los nuevos descubrimientos de cosmología con los de química y describieron cómo se habían ido formando los elementos a partir del Big Bang, y cómo el hidrógeno y el helio conforman la inmensa mayoría de la materia del universo. Como dice Sam Kean, «todo lo demás, incluidos los seis millones de trillones de kilos de la Tierra, es un cósmico error de redondeo». Como curiosidad, pertinente en un libro en el que nos guiamos por el orden alfabético, Gamow incluyó a su amigo Hans Bethe en la firma del trabajo para que quedara finalmente como se conoce hoy en día Alpher-Bethe-Gamow, en un juego con las tres primeras letras del alfabeto griego. Aunque, en justicia y aparte de la broma, debemos precisar que Bethe hizo grandes aportaciones y fue uno de los que mejor describió la nucleosíntesis tras el Big Bang.

Por supuesto, la astronomía también ha sido una fuente de inspiración para la denominación de elementos químicos: lo fue para el **selenio** (descubierto en 1817 por Berzelius y nombrado así por el nombre en griego de la Luna) y lo había sido antes para el **uranio** (nombrado así en 1789 para celebrar el descubrimiento de Urano por Herschel). Y, como pasó con la exploración del sistema solar, los químicos también viajaron «más allá» y, al descubrir el **neptunio** y el **plutonio**, iniciaron una era en la que consiguieron logros que hasta entonces se habían considerado imposibles.

Elementos «transmutados»

En 1898, Marie Curie acuñó la palabra **radiactividad** para describir lo que entonces era un fenómeno absolutamente sorprendente y desconocido. A partir del hallazgo hecho por Henri Becquerel dos años antes con las sales de uranio, ella y su marido Pierre realizaron una serie de experimentos que los llevaron al hallazgo de dos nuevos elementos químicos, el **radio** y el **polonio**. Al segundo lo llamaron así para defender la causa de la independencia de Polonia, el país natal de Maria Salomea Skłodowska (el nombre de la científica antes de emigrar).

Aquellos elementos emitían una misteriosa radiación, que al principio recibió el nombre de **rayos Becquerel** y que poco después

sirvió a Ernest Rutherford y Frederick Soddy para hacer un descubrimiento extraordinario: igual que, desde el Big Bang en adelante, los eventos energéticos del universo habían ido sumando protones, neutrones y electrones en la estructura de los átomos hasta hacerlos cada vez más complejos, algunos de aquellos elementos del final de la tabla presentaban una inestabilidad en sus núcleos que terminaba produciendo estas emisiones de alta energía y la conversión de unos elementos en otros (en el curso de estas investigaciones, Rutherford se encargó de poner nombre a las partículas alfa y beta, y también a los rayos gamma que tanto juego han dado en los cómics de superhéroes).

Lo que vieron Rutherford y Soddy desafiaba los conocimientos existentes sobre física y química y recordaba en cierta manera a las aspiraciones de la alquimia: comprobaron que obtenían átomos de helio a partir de radón, es decir, los elementos se transmutaban por **desintegración radiactiva**. Los átomos más pesados iban perdiendo protones del núcleo y formando largas cadenas de desintegración, muy útiles para los procesos de datación (como lo fue el de la propia edad de la Tierra). Así, el uranio parecía ser el antepasado de una larga cadena de átomos hijos, entre los que estaban el torio y el plomo, entre muchos otros, y la desintegración predecible se podía utilizar como una especie de «reloj» para convertir la cantidad de material radiactivo aún existente en una muestra del tiempo transcurrido desde su origen.

Por el mismo principio, si uno bombardeaba con partículas alfa el núcleo de un átomo podía convertirlo en otro. Es lo que hizo en 1925 el físico Patrick Blackett al bombardear nitrógeno y obtener como resultado un átomo de oxígeno, logrando así la primera transmutación de los elementos de la historia, aunque a él nadie lo retrató en un cuadro mirando su hallazgo con los brazos extendidos.

Lo que sí obtuvieron Rutherford y Soddy fueron sus respectivos premios Nobel. El primero en 1908, «por sus investigaciones sobre la desintegración de los elementos y la química de las sustancias radiactivas», y el segundo en 1921 por descubrir otro fenómeno paralelo y fascinante: los átomos de un mismo elemento radiactivo podían tener igual número de protones en el núcleo, pero diferir en el número de neutrones. Esto no daba lugar a otro elemento, como pasaba con la desintegración, sino que el átomo conservaba las mismas propiedades. A pesar de tener diferente masa atómica, seguía ocupando el mismo lugar en la tabla periódica (que, recordemos, finalmente se había ordenado en función del número atómico), algo que se vio también en los elementos no radiactivos. Por sugerencia de una amiga, la médica y escritora Margaret Todd, con la que conversó sobre sus hallazgos durante una cena, Soddy bautizó a aquellos

átomos como **isótopos** (de *ísos*, «igual», y *tópos*, «lugar»). Hoy en día, los isótopos son una de las herramientas más útiles en multitud de campos de investigación científica.

A BOMBARDEAR SE HA DICHO

Con aquellos primeros experimentos se consiguió una nueva herramienta para descubrir más elementos —más eficaz incluso que la electrólisis y la espectroscopia— que consistía en bombardear núcleos y viajar más allá del uranio, como quien se adentra en las zonas más profundas y desconocidas del cosmos. A partir de 1937, una figura comenzó a destacar en este campo desde la Universidad de California, Berkeley. Me refiero a Glenn T. Seaborg —ganador del Nobel de Química en 1951—, quien participó en el descubrimiento de diez nuevos **elementos transuránicos** usando aceleradores de partículas para «jugar» con los átomos. Entre los nuevos elementos descubiertos estaban el ya citado plutonio, el **americio**, el **curio** (nombrado en homenaje a Marie Curie), el **berkelio**, el **californio**, el **mendelevio** (por Mendeléyev) y el **seaborgio**, nombrado en su propio honor, lo que lo convirtió en el primer científico en recibir tal homenaje en vida.

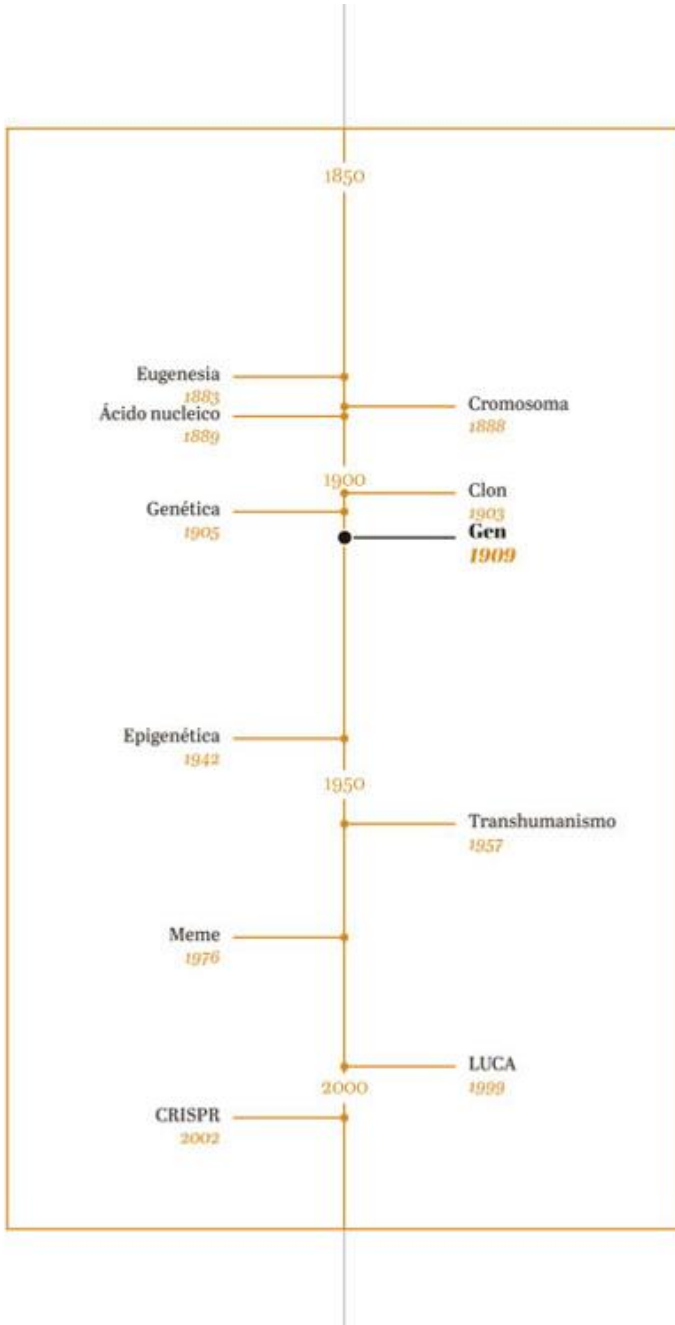
Lo de «bombardear» para encontrar nuevos elementos es algo más que una metáfora, pues el equipo de Seaborg también descubrió dos nuevos elementos a partir de la primera detonación de una bomba termonuclear en el Pacífico en 1952, una explosión de 10 megatones a la que se puso el nombre en clave de Ivy Mike y en la que se probó por primera vez a gran escala el sistema de fusión nuclear para este tipo de armas. Aunque al principio se barajó llamar *Pandemonium* al primero de aquellos elementos obtenidos mediante una explosión termonuclear, finalmente los dos nuevos componentes de la tabla periódica fueron bautizados como **einstenio** y **fermio**, en homenaje a los dos genios de la física, Einstein y Fermi.

EL ÚLTIMO DE LA FILA

Siguiendo con el espíritu mendeleyeviano de predecir la existencia de nuevos elementos, la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) diseñó un sistema para denominar de forma provisional los hipotéticos elementos por descubrir hasta que se llegue a un acuerdo sobre un nombre permanente. Según este complejo sistema —basado en prefijos que equivalen a números—, el elemento 122 sería el *unbibium* (Ubb), el 123 sería el *unbitrium* (Ubt) y el 190 el *unennilium* (Uen), siempre en caso de poder sintetizarse. De momento, los científicos han llegado hasta el elemento 118, que antes de su descubrimiento fue el *ununoctium* (Uuo) —ununoctio en español — y que en 2016 fue bautizado como **oganesón**, en honor del físico

ruso Yuri Oganessian (la segunda persona en recibir este homenaje en vida).

Finalmente, en algún momento de su brillante carrera, el físico Richard Feynman especuló con la posibilidad de que la tabla periódica tuviera un límite. Tal frontera se alcanzaría cuando en el núcleo del átomo se confrontaran las leyes de la física cuántica y los límites de la teoría de la Relatividad de Einstein, con lo que los electrones superarían la velocidad de la luz y convertirían al elemento en imposible. En un pequeño juego con las fórmulas, Feynman predijo que eso sucedería con el elemento 137 de la tabla, al que le corresponde el anodino nombre de *untriseptium*, pero al que los físicos se refieren familiarmente como **feynmanio** (con el símbolo Fy), en un divertido homenaje a esa provocadora predicción.


1850
Eugenesia
1883
Ácido nucleico
1889
Cromosoma
1888
1900
Clon
1903
Genética
1905
Gen
1909
Epigenética
1942
1950
Transhumanismo
1957
Meme
1976
LUCA
1999
2000
CRISPR
2002

G de Gen

Si, en lugar de poner el foco en las palabras individuales, tuviera que centrarme en elegir el texto más bello e influyente de la historia de la ciencia, elegiría sin dudarlo este párrafo: Hay grandeza en esta concepción de que la vida, con sus diferentes fuerzas, haya sido originariamente alentada en unas pocas formas o en una sola, y que, mientras este planeta giraba según la constante ley de la gravitación, a partir de un principio tan sencillo, una infinidad de las más bellas y maravillosas formas hayan evolucionado y continúen evolucionando.

Son las palabras finales de *El origen de las especies*, el libro con el que, en 1859, Charles Darwin cambió para siempre la historia de la ciencia y la forma en que entendemos la vida y a nosotros mismos. En este pequeño fragmento resume lo que el filósofo Daniel Denett calificó una vez como «la mejor idea que nadie haya tenido jamás», que es la **selección natural**. El naturalista inglés no solo estableció que unos organismos habían evolucionado a partir de otros, algo que ya se había apuntado anteriormente, sino que aportaba una explicación al mecanismo que da lugar a la variedad de formas que vemos en la naturaleza: los organismos vivos que tienen un mayor éxito reproductivo trasmiten sus rasgos en detrimento de otros que resultan menos «ventajosos» en el ambiente en el que viven.

Se trataba de un cambio muy sutil y difícil de apreciar en términos temporales humanos, pero suficiente como para ser un principio transformador de la naturaleza. Aquella conclusión fue, además, un enorme aldabonazo en la sociedad de la época, hasta tal punto que el propio Darwin trató de rebajar la conmoción añadiendo la palabra «Creador» a ese último párrafo, tanto en la segunda edición de la obra como en las posteriores. «Hay grandeza en esta concepción de que la vida fue originalmente *alentada por el Creador* en unas pocas formas o en una sola», añadió, en un intento de aplacar a sus feroces adversarios.

Pero el «daño» ya estaba hecho. Al apuntar que «probablemente todos los seres orgánicos que han vivido en esta tierra han descendido de una forma primordial, en la que la vida respiró por primera vez», Darwin sacaba al ser humano y a Dios del centro del esquema y abría el encuadre de nuestro conocimiento, produciendo un tsunami cuyas consecuencias sociales y filosóficas siguen resonando en nuestros días.

Una de las curiosidades que se repiten a menudo sobre *El origen de las especies* es que, en sus páginas, Darwin no utiliza la palabra **evolución** hasta este párrafo final.* Según algunos especialistas, esa palabra, que había sido introducida en el ámbito de la biología en 1762 por el suizo Charles Bonnet, había adquirido las connotaciones de algo que se desarrolla a lo largo de un camino previamente determinado. Darwin se quería alejar a toda costa de cualquier idea de predeterminación, de ahí sus reticencias a usar el vocablo «evolución» y su preferencia por otros términos, como **transmutación**, palabra que había empezado a emplear en sus cuadernos a partir de 1837. Y aunque huyó del problemático término «evolución», lo cierto es que decidió centrar su tesis y el propio título en el término **especies**, un concepto incluso más polémico y escurridizo que daría lugar a interminables discusiones entre los biólogos.

A pesar de la dificultad para delimitar el concepto de «especie», a partir de 1859, tras la publicación del libro de Darwin, el término adquirió el significado de «agregado de poblaciones con la capacidad de evolucionar», aunque su falta de definición se convertiría en un «punto débil» en su argumentación. Porque, como señaló el biólogo Edward O. Wilson, «Darwin nunca prestó demasiada atención a cómo una especie se divide y se convierte en muchas». Y lo más importante: no había dado ninguna explicación de por qué los organismos se parecen a sus progenitores ni de cómo heredan sus rasgos y adaptaciones. «Las leyes que rigen la herencia son, en su mayor parte, desconocidas», aseguró el naturalista inglés. Por fortuna, no sería por mucho tiempo.

La teoría y el guisante

Aunque el trabajo de Gregor Mendel sobre sus experimentos con los guisantes se publicó en 1866, no fue hasta 1900 cuando los botánicos Carl Correns y Hugo de Vries recuperaron sus ideas y pusieron el foco en las denominadas «leyes de la herencia». El manuscrito del fraile y naturalista llegó también a manos del biólogo inglés William Bateson, que se convirtió en el mayor admirador de Mendel y escribió en 1902 una obra titulada *Los principios mendelianos de la herencia: una defensa*. Solo tres años después, el propio Bateson fue el creador de la palabra **genética*** (del griego *génnesis*, «origen»). Aunque se usó por primera vez públicamente en 1906, el biólogo inglés la estrenó en una carta de 1905 dirigida a un profesor de la Universidad de Cambridge a propósito de la necesidad de poner un nombre a una nueva cátedra: Se necesita desesperadamente tal palabra, y si fuera deseable acuñar una, podría ser «GENÉTICA». Semejante expresión incluye claramente variación y los fenómenos relacionados.

Previamente, Hugo de Vries había creado el término **mutación** (del latín *mutare*, «cambiar») para aquellos cambios hereditarios que no podían explicarse mediante simple recombinación (como las variedades de flor de la onagra que aparecían de repente en sus cultivos). Y, hacia 1889, había tenido una idea que con el tiempo sería importantísima en la historia de la ciencia. En su libro *Intracellular Pangenesis*, el botánico neerlandés creó el término **pangenes** para denominar a las partículas que aparentaban contener la información sobre los rasgos heredados de las plantas. Recogía así la idea de la **pangénesis** (del griego *pan*, «todo», y *genos*, «origen») que en 1868 había utilizado Darwin para explicar la información hereditaria que se transmitía a través de unas entelequias a las que llamó **gémulas**.

A partir de aquellos conceptos, el botánico danés Wilhelm Johannsen sentó las bases de la terminología en el estudio de la genética. En su libro *Elementos de la teoría exacta de la herencia*, publicado en 1909, propuso el término **gen** para designar a aquellas unidades hipotéticas de información hereditaria (obsérvese que la palabra «gen» aparece cuatro años más tarde que la propia «genética»). «Por eso parece más sencillo utilizar aisladamente la última sílaba *gen* de la conocida palabra de Darwin, que es la única que nos interesa —escribió—. Así, diremos simplemente "gen" y "genes" por "pangen" y "pangenes".» Al mismo tiempo, en sus trabajos con plantas Johannsen observó que podía generar variedades diferentes a partir de una «línea pura», por lo que inventó los términos **genotipo** y **fenotipo** para referirse al «libro de instrucciones» de un organismo y a su manifestación física, respectivamente.

«Un "genotipo" es la suma total de todos los "genes" en un gameto o en un zigoto», precisó Johannsen en 1911, mientras que el «fenotipo» eran los tipos identificables que se encontraban los científicos al examinar los organismos. Quedaba claro que una cosa era el plan y la otra su ejecución final, pero aún faltaba conocer cómo se materializaba aquella transmisión de rasgos.

Ranas con pantalones

Cuando un niño pregunta de dónde vienen los bebés, olvidamos a menudo el largo camino que nos llevó a comprender esta cuestión, que no es tan sencilla como parece. La historia se remonta al año 1677, cuando —en su búsqueda incesante de animálculos— Anton van Leeuwenhoek observó los primeros espermatozoides con el microscopio y los dibujó con gran detalle. Muy poco después, su compatriota Nicolás Hartsocker creyó distinguir unos pequeños hombrecillos dentro de aquellas células y los llamó «homúnculos», convencido de que eran pequeños seres humanos en potencia que

luego pasarían a desarrollarse dentro del vientre materno. Pero ¿cómo se producía la fecundación? En la década de 1760, para poner a prueba las ideas del «preformacionismo», el prolífico y creativo naturalista italiano Lazzaro Spallanzani realizó un experimento que hoy suena bastante loco: tomó un grupo de ranas, las separó por sexos y a una parte de los machos les colocó unos pequeños calzoncillos de tela para impedir que copularan con las hembras. Por supuesto, no hubo reproducción cuando participaron en el experimento las desconcertadas ranas macho que llevaban pantalones.*

Las observaciones al microscopio permitieron muchos nuevos descubrimientos, pero en el asunto de la reproducción se avanzó despacio. Un siglo después, en 1862, el biólogo alemán Walther Flemming utilizó por primera vez la palabra **mitosis** (a partir del griego *mitos*, «tejido», y *-osis*, «formación, conversión») para describir la división celular recién observada. En aquel proceso se detectaban al microscopio unos pequeños nódulos que quedaban teñidos por el pigmento utilizado. Para denominarlos, Flemming creó el término genérico **cromatina**, allanando el camino para que, en 1888, su colega alemán Wilhelm von Waldeyer bautizara a los **cromosomas**.*

El señor de las moscas

En medio de aquel complicado puzle biológico, fue el estadounidense Thomas Hunt Morgan quien demostró que los cromosomas eran los portadores de los genes, y lo hizo gracias a un programa de reproducción y cruce de miles de moscas de la fruta (*Drosophila melanogaster*) en la Universidad de Columbia, en Nueva York. En 1910, Morgan encontró una mosca que tenía los ojos blancos, en lugar de rojos, debido a una mutación, y se puso a explorar sistemáticamente lo que sucedía al realizar distintos cruces, como había hecho Mendel con los guisantes. Los resultados le llevaron a descubrir la existencia de genes asociados al sexo (había rasgos que solo se expresaban en los machos) y a plantear la teoría de la herencia mendeliana-cromosómica. Esta teoría, junto al desarrollo de lo que se llamó «síntesis evolutiva moderna» hacia 1940, vino a poner un poco de orden en todo aquel jaleo.

Pero faltaba ascender a un nivel de mayor complejidad, o descender por la escalera del microscopio hasta el nivel molecular.

El primer paso de gigante lo había dado el médico suizo Friedrich Miescher en 1869, cuando aisló una sustancia en los glóbulos blancos de una muestra de pus obtenida de un vendaje quirúrgico y la llamó **nucleína**. Dos décadas después, el histólogo alemán Richard Altmann analizó de nuevo aquel material y, al ver que era ácido, lo rebautizó como **ácido nucleico**. Su contenido lo había revelado en 1881 el

bioquímico Albrecht Kossel, quien describió los componentes de aquellas sustancias y recibió un premio Nobel por ello. Kossel les puso los nombres de adenina, citosina, guanina, timina (ACGT) y uracilo (U), sin saber todavía su función ni cómo contribuía cada una de aquellas misteriosas siglas a la biología.

A finales del siglo XIX, los científicos no distinguían entre el ADN y el ARN que conocemos ahora. La expresión **ácido desoxirribonucleico** y el acrónimo **ADN** no llegaron a consolidarse hasta más adelante, cuando, en 1944, Oswald Avery, Colin McLeod y Maclyn McCarty hicieron un experimento crucial y demostraron por primera vez que aquella sustancia, y no las proteínas como se creía hasta entonces, era la que contenía la información genética heredable. El camino recorrido después está lleno de recovecos interesantes. Uno de los momentos álgidos tuvo lugar en 1953, cuando Watson y Crick —aprovechando los datos de difracción de rayos X obtenidos por Rosalind Franklin y otras observaciones experimentales realizadas por diferentes autores— descubrieron la estructura de doble hélice del ácido desoxirribonucleico. El acrónimo era tan novedoso que, en el artículo de la revista *Nature* en el que anunciaron su descubrimiento, todavía lo escribieron con puntos, como una estructura a la que aún no se le han quitado los andamios. Así arrancaba el texto: Deseamos sugerir una estructura para la sal del ácido nucleico de desoxirribosa (**A.D.N.**). Esta estructura tiene características novedosas que son de considerable interés biológico. Por fin empezaba a desvelarse el secreto de la vida.

CLONES, TIJERAS, MEMES

Aunque las ideas de Darwin supusieron un salto sin precedentes en el conocimiento de la naturaleza, las torcidas interpretaciones de que fueron objeto tuvieron consecuencias funestas para la historia humana. La peor de todas tuvo sus inicios en 1883, cuando el primo de Darwin, Francis Galton, acuñó el término **eugenesia** (de *eu* que significa «bien», y *genia*, que se refiere al «origen»), que definió como «la ciencia que trata sobre todas las influencias que mejoran las cualidades innatas de una raza». Aquella idea descabellada de mejora de la especie conduciría posteriormente a una serie de horrores bien conocidos, entre ellos las esterilizaciones masivas de grupos étnicos en diversos lugares del mundo y el exterminio de miles de personas en campos de concentración nazis.

En 1957, uno de los más firmes defensores de la eugenesia, el biólogo británico Julian Huxley, creó el término **transhumanismo**, por el que la especie humana podría, según él, «transcenderse a sí misma» y mejorar sus capacidades, un movimiento que ha cobrado

fuerza en épocas más recientes con el desarrollo de tecnologías que permiten soñar con la creación de **posthumanos**. Y no serían aquellos los únicos términos procedentes de la genética adoptados por la cibercultura: la palabra **meme**, inventada por el biólogo Richard Dawkins en 1976 para denominar la unidad mínima de información cultural transmisible entre individuos o grupos (el equivalente al gen, *gene* en inglés, pero en evolución cultural), se convertiría décadas después en la etiqueta para denominar a los chistes recurrentes en internet y en un fenómeno de masas.

Pero, volviendo a nuestro hilo, la segunda mitad del siglo XX estuvo caracterizada por un desarrollo imparable de la genética molecular, cuya máxima expresión fue la culminación del Proyecto Genoma Humano en 2001. Y aquellos avances vinieron acompañados de otras sorpresas que habrían dejado boquiabierto al propio Darwin.

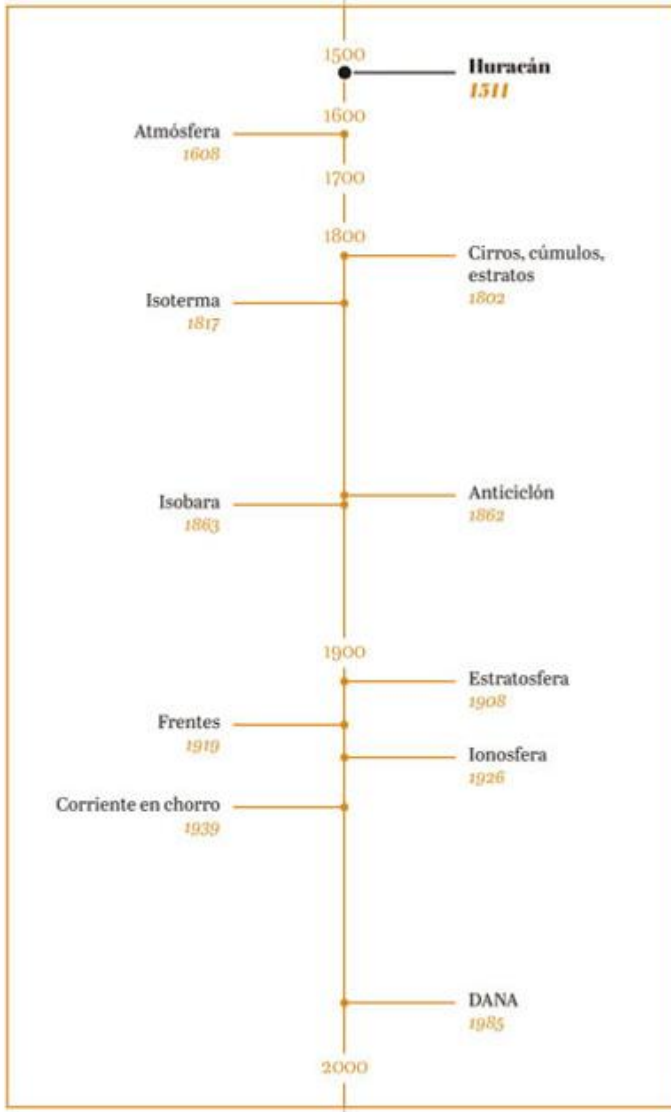
Gracias al desarrollo de la genética molecular, por ejemplo, se pudo reconstruir la línea filogenética de miles de organismos, lo que nos ha permitido acercarnos cada vez más al «último ancestro común universal» o **LUCA** (*Last Universal Common Ancestor*, en inglés), un término acuñado en 1997 por el biólogo computacional griego Christos Ouzounis en una reunión científica organizada por el investigador francés Patrick Forterre.* En 1982, Stephen Jay Gould y Elisabeth Vrba inventaron la palabra **exaptación** para denominar lo que Darwin había llamado «readaptaciones», casos en los que una estructura biológica tiene una función inicial y termina sirviendo para otra cosa (un ejemplo clásico sería el de las plumas de las aves, que primero eran termorreguladoras y después sirvieron para volar). Y más aún: con el tiempo se descubrió que, aunque las ideas evolutivas de Jean-Baptiste Lamarck eran erróneas, sí era cierto que el ambiente afecta a la expresión de los genes. En 1942, el biólogo escocés Conrad Hal Waddington llamó a ese fenómeno **epigenética**, un campo fértil en nuevos descubrimientos.

Igualmente, el conocimiento de los rudimentos de la genética permitió desarrollar los primeros «clones», que tuvieron su momento culminante con el nacimiento de la famosa oveja Dolly en 1996. La palabra **clon**, procedente del griego *klōn*, que significa «rama» o «retoño», fue popularizada a partir de 1903 por el botánico estadounidense Herbert John Webber, aunque este aclaró más tarde que el término se lo había sugerido el taxónomo Orator Fuller Cook, a quien también debemos la palabra **especiación**.

Más adelante, las técnicas de edición genética se popularizaron y simplificaron gracias a un descubrimiento crucial del microbiólogo español Francis Mojica, quien, mientras investigaba en las salinas de Santa Pola, en Alicante, halló un mecanismo de defensa de las bacterias que bautizó en 2002 como «repeticiones palindrómicas

cortas agrupadas y regularmente interespaciadas». En la actualidad, este mecanismo es conocido universalmente por el acrónimo **CRISPR** (por sus siglas en inglés) y, en manos de otros investigadores, se ha convertido en una herramienta de edición genética que ha revolucionado el mundo de la investigación biomédica.

Como curiosidad, CRISPR no fue el primer nombre que recibió el sistema. «Antes le había puesto el nombre de SRSR —me cuenta Mojica—, pero me convencieron para que le pusiera uno que fuera más pronunciable.» Al carecer de vocales, el acrónimo de *Short regularly spaced repeats* (Repeticiones cortas regularmente espaciadas) era imposible de pronunciar. CRISPR (pronunciado «crísper») es una fórmula más sencilla para referirse a estas «tijeras genéticas», lo que no impide —me confiesa Mojica divertido— que algunas personas se refieran a ellas como las «CRISPIS».


1500
Huracán
1511
1600
Atmósfera
1608
1700
1800
Cirros, cúmulos, estratos
1802
Isoterma
1817
Anticiclón
1862
Isobara
1863
1900
Estratosfera
1908
Frentes
1919
Ionosfera
1926
Corriente en chorro
1939
DANA
1985
2000

H de Huracán

Si tomamos literalmente la etimología más aceptada de la palabra **cielo**, los griegos debieron de sentir un enorme vacío sobre sus cabezas. El término —que aparece por primera vez en castellano en el año 1140, en el *Cantar de mio Cid*— deriva de la palabra griega *koilon*, que significaba «cóncavo» o «hueco» y nos llegó a través del latín, *caelum*.

Aquellos tiempos en que aún importaba mirar a las alturas nos han legado algunas expresiones de uso cotidiano. Los augures de la antigua Roma, por ejemplo, delimitaban una porción de la bóveda celeste sobre un lugar especial, al que llamaban *templum*, y observaban en qué dirección lo atravesaban las aves o los rayos de tormenta para predecir el futuro. A aquella curiosa forma de hacer predicciones, o «augurios», le debemos hoy el concepto de **templo** y el verbo **contemplar**, que no era otra cosa que mirar con atención una parte de aquel espacio quizá no tan vacío.

Aunque los clásicos intentaron explicar algunos de los «meteoros» que sucedían en la parte más cercana a la tierra, el estudio científico del cielo tiene su punto de partida muchos siglos después, cuando Evangelista Torricelli, en el año 1643, intuyó que el aire invisible empujaba el mercurio en su «barómetro» y anunció que «vivimos sumergidos en el fondo de un océano de aire». Antes que él, su maestro Galileo Galilei se había mostrado escéptico con estas ideas y se había referido al cielo como «esfera» o «región vaporosa». No sabía que su colega neerlandés Willebrord Snel van Royen, más conocido como Snellius, había acuñado en 1608 el término *atmosphaera* para hablar de la bóveda celeste (del griego, *atmos*, «vapor», y *sphaera*, «esfera»).

La esfera de los vapores

El vocablo **atmósfera**, que significa algo así como la «esfera de los vapores», subrayaba la importancia del principal elemento que vemos evolucionar cada día en los cielos: las nubes. A pesar de algunos primeros intentos baldíos, estos maravillosos y cotidianos meteoros permanecieron también sin una clasificación clara hasta que, en 1802, un farmacéutico inglés llamado Luke Howard creó una nomenclatura para los diferentes tipos de nubes que ha llegado hasta nuestros días e incluye términos tan familiares para nosotros como los **cirros**, **cúmulos** y **estratos**.

Howard eligió la palabra *cirrus* (fibra, pelo) para las nubes fibrosas que se extendían en las partes más altas; *cumulus* (montón, acumulación) para las algodonosas nubes de verano, y *stratus* (capa, estrato) para las que forman una capa sobre el cielo. A partir de aquellos términos, e inspirándose en la clasificación inventada antes por Linneo, el sistema permitió nombrar las formas intermedias de nubes como los *cirro-cumulus*, los *cirrostratus* o los *cumulo-stratus* e hizo soñar a poetas como Johann Wolfgang von Goethe o Percy B. Shelley, que contribuyeron a consolidar la nueva terminología.

A pesar de la clasificación, tuvo que pasar todavía mucho tiempo hasta que fue posible entender cómo se formaban las nubes. En este sentido, allanaron el camino tanto John Dalton —quien descubrió que había una línea invisible en la que se condensaba el vapor de agua a medida que alcanzaba el **punto de rocío**— como los experimentos que sirvieron para desechar la teoría de los «vapores vesiculares» de Horace Bénédict de Saussure (quien creía que unas pequeñas burbujas ayudaban al agua a subir a las alturas). Sin embargo, fue el hallazgo de un meteorólogo escocés el que cambió definitivamente el panorama.

En 1880, John Aitken demostró ante la Royal Society que, para que se formaran las nubes, era necesario que el aire estuviera *sucio* y contuviera pequeñas partículas que permitieran la **nucleación**. Hoy sabemos que este fenómeno se puede producir a partir de partículas sólidas o de gases que facilitan el proceso, los llamados **aerosoles** (de *aero-* y *-solutio*), término inventado durante la primera guerra mundial por el meteorólogo Frederick G. Donnan y que resulta imprescindible para comprender cómo se comporta la atmósfera.*

El corazón del cielo

Cuando Cristóbal Colón y los suyos regresaron a España desde las Indias en 1494, trajeron consigo a varios indígenas cautivos, así como algunas aves y plantas desconocidas en Europa. Pero, tanto en este como en los sucesivos viajes, los españoles volvieron también cargados de nuevas palabras. En los años siguientes, Pedro Mártir de Anglería escribió una pormenorizada crónica de aquellos viajes, basándose en las entrevistas con muchos de los navegantes que volvían de las nuevas tierras. En esa obra, titulada *Décadas de Orbe Novo* (Décadas del Nuevo Mundo), aparecen por primera vez en castellano términos como **hamaca**, **canoa**, **piragua**, **cacique**, **tabaco** o **maíz**. En el primer tomo, publicado en 1511, se recogía también por vez primera la palabra **huracán**, que usaban los taínos para referirse a las poderosas y destructivas tormentas del Caribe. «A estas tempestades del aire, que los griegos llaman *typhones*, éstos [los indígenas] las apellidan

huracanes», escribió el cronista.

«Cuando el demonio los quiere espantar [a los indios], promételes el huracán, que quiere decir tempestad —escribió Gonzalo Fernández de Oviedo—, la cual hace tan grande que derriba casas y arranca muchos y muy grandes árboles.» En 1611, en el primer diccionario de español, el *Tesoro de la Lengua española* de Sebastián de Covarrubias, el huracán aparece descrito como «un viento que va haziendo vn remolino, con el qual trayendo los navios a la redonda los hunde, que parece horadar con ellos el agua». Más tarde, el *Diccionario de Autoridades* —en su tomo IV, de 1734— también recogió de manera muy explícita esta capacidad destructiva.

> HURACÁN. Viento repentino, que con increíble ímpetu se mueve ordinariamente en remolinos. Causa tales efectos y tan horrendos que parecen más que naturales: como llevarse grandes piedras, arrancar árboles, doblar los hierros de las rejas, derribar edificios y sumergir navíos.

Dada la violencia del fenómeno, no es de extrañar que aquellas grandes tormentas marcaran la mitología de los pueblos del Caribe. Como recuerda el meteorólogo José Miguel Viñas, la forma más común de representar a Guabancex, la diosa del caos de los taínos, era la imagen de una cara furiosa con unos brazos en espiral, lo que claramente evoca la forma de una tormenta tropical. Hoy hay cierta discusión sobre si el origen de la palabra «huracán» es exclusivamente taíno o si llegó hasta los habitantes de La Española —la isla que acoge actualmente a Haití y a la República Dominicana— a través de la cultura maya; los mayas usaban la palabra *hurakan*, que en su lengua significaba «el corazón del cielo», para referirse a una de sus divinidades. También sabemos que el dios Hurakan, que aparece mencionado en el libro sagrado de los mayas (el *Popol Vuh*), era considerado por otros pueblos de la zona como la personificación del demonio. En todo caso, lo más probable es que la palabra revoloteara entre los distintos pueblos mesoamericanos durante siglos.

Un ejemplo aún más extraordinario del intercambio de términos entre culturas es la palabra **tifón**, que los portugueses trajeron de vuelta de sus viajes a Oriente (adonde habían llegado rodeando África). Los navegantes lusos crearon la palabra portuguesa *tufão* a partir de la palabra *ṭūfān*, procedente de la lengua urdu de la India y muy parecida a las que usan otros pueblos que rodean el océano Índico. Los chinos tienen *táifēng*, que significa «el Gran Viento», y los árabes y persas que navegaban por la zona tenían términos como *tufan*. Una posibilidad que barajan algunos especialistas es que todos aquellos pueblos heredaran a su vez este término de los griegos (de *typhŏn*, «torbellino»), y que la palabra completara su particular vuelta al mundo al regresar de nuevo a nosotros en los viajes de los portugueses. Un detalle interesante del asunto es que, al final, aunque

huracán y tifón son en esencia el mismo fenómeno, los seguimos llamando de una manera o de otra en función de la zona del planeta en la que se produzcan.

Un viaje similar de ida y vuelta hizo la palabra **tornado**, que nos llegó del inglés, pero había partido previamente de la palabra española «tronada», un término que aludía a una «tempestad de truenos». Debido a esas locas *mutaciones* que se producen en los idiomas, lo que era *tronar* se transformó en *tornar*, algo que en el caso de estas turbulencias giratorias tenía incluso más sentido. Para terminar de redondear la historia, los estadounidenses llaman **derecho**, también en castellano, a otro fenómeno meteorológico muy violento en el que, a diferencia del tornado, no hay rotación, sino que el viento se desplaza en línea recta.

LÍNEAS EN EL MAPA Algunos de los mayores avances en la historia de la ciencia no están ligados a una fórmula concreta o a un nuevo instrumento, sino a un sencillo cambio de perspectiva que se extiende después a otros campos. En 1807, tras su gran viaje por Sudamérica, Alexander von Humboldt incluyó en su libro *Geografía de las plantas* una detallada ilustración que se conoce como *Naturgemälde* (algo así como «pintura de la naturaleza» en alemán). En ella, Humboldt representó la cima de los volcanes Chimborazo y Cotopaxi, que había visitado a su paso por Ecuador, y organizó la información visualmente, colocando los nombres de las diferentes especies de plantas según la altitud a la que crecían.

Aquella ilustración con anotaciones, una de las primeras infografías de la historia, fue la semilla de otra brillante idea del naturalista alemán. Una década más tarde, en 1817, Humboldt recopiló los datos de temperatura que habían recogido diversos observadores y los organizó en un mapa global a lo largo de unas líneas imaginarias a las que llamó **isotermas** (de *iso-*, «igual», y *-termo*, «temperatura»). El hecho de poder saber en qué regiones del mundo había temperaturas similares fue un salto de gigante a la hora de establecer cómo era el clima en las distintas zonas, y abrió un marco conceptual que iba a ser determinante para el desarrollo de la recién nacida meteorología. Hacia 1864, por influencia de Humboldt, el británico Alexander Buchan utilizó las líneas en las que la presión atmosférica era igual, las conocidas como **isobaras** (de *iso-*, «igual», y *-baras*, «presión»), para elaborar algunos de los primeros mapas meteorológicos de la historia.

En los años posteriores, la comprensión de los centros de bajas presiones (denominados depresiones o **ciclones** y que en español terminarían popularizándose como **borrascas**, del latín *borealis*, relativo al «norte») mejoró con la creación de los primeros institutos

meteorológicos. Pronto se descubrió que en el hemisferio sur estos sistemas giraban de forma inversa y se halló un nuevo tipo de masa de aire que giraba junto a los ciclones y que hasta entonces había pasado desapercibida. Fue el polifacético Francis Galton quien, en 1862, publicó un trabajo en el que señalaba la existencia de estos centros de altas presiones en los que los vientos soplaban hacia afuera y en el sentido de las agujas del reloj. Por contraposición a los ciclones, decidió llamar a estos sistemas **anticiclones**.

Ya en el siglo XX, el equipo de la denominada «escuela de Bergen», con Vilhelm Bjerknes y su hijo Jakob a la cabeza, descifró la forma en que interactuaban y se desplazaban estos sistemas atmosféricos. En 1919, e influidos por el conflicto de la primera guerra mundial, acuñaron el neologismo **frentes** para referirse a las líneas de avance de las masas de aire que «se perseguían» en los mapas. Aquella interacción era la que daba lugar a precipitaciones y a cambios de temperatura, y su conocimiento fue crucial a la hora de hacer predicciones.

Aunque la predicción meteorológica mediante modelos numéricos quedó bien establecida en la segunda mitad del siglo XX, este es un campo en el que los conocimientos no dejan de actualizarse y en el que siguen apareciendo nuevos conceptos. Uno de mis favoritos es la palabra **DANA**, término creado por el meteorólogo Ángel Rivera tras la muerte en 1984 de su compañero Francisco García Dana, una de las figuras más queridas y respetadas en su campo. «El acrónimo DANA (Depresión Aislada de Niveles Altos) se me ocurrió buscando una palabra que sustituyera a **gota fría**, que se había convertido en un comodín para casi cada fenómeno adverso —explica el especialista—. En nuestro grupo vimos algunas otras posibilidades, pero nos dimos cuenta de que DANA nos servía también como recuerdo y homenaje al maestro.» Su uso entre especialistas comenzó en 1985, pero no se consolidó hasta bien entrados los años noventa.

UNA «PAUSA» EN LAS ALTURAS

Tras una desgraciada sucesión de accidentes de aeronautas en la segunda mitad del siglo XIX, el desarrollo tecnológico permitió enviar a las alturas globos no tripulados que tomaban datos de presión y temperatura sin poner en riesgo vidas humanas. En 1902, gracias a los llamados **meteorógrafos**, los equipos de Teisserenc de Bort y Richard Assman —uno en París y el otro en Berlín— descubrieron de forma simultánea que, a partir de una altitud de unos 12.000 metros, había una región del cielo en la que los termómetros dejaban de descender de forma progresiva y las condiciones eran objetivamente diferentes. Tras descartar que se tratara de errores de medición, ambos equipos

llegaron a la conclusión de que habían encontrado una especie de «techo» invisible del cielo, un lugar que daba paso a una nueva zona de la atmósfera. Y tuvieron que buscar un nuevo nombre para designarla.

Fue Teisserenc de Bort quien, en un congreso internacional celebrado en 1908, propuso utilizar el término **estratosfera** (del latín *strātus*, «capa») para nombrar a aquella zona superior de la atmósfera. Haber identificado esa zona era, en palabras del meteorólogo británico Napier Shaw, «el descubrimiento más sorprendente de la historia de la meteorología». Para la zona inferior y pegada a la Tierra, donde se encuentra el 99% del aire planetario en constante mezcla, De Bort propuso el término **troposfera** (del griego *tropos*, «giro»). Esta termina en una línea imaginaria en la que el termómetro deja de descender y que conocemos como «tropopausa».

Más allá del límite

Cada vez que los humanos nos encontramos un límite, sentimos el impulso natural de superarlo. Tras el descubrimiento de la estratosfera en 1902, los primeros aeronautas no tardaron en adentrarse en la nueva región (en 1931, Auguste Piccard y Paul Kipfer subieron hasta los 15.971 metros de altura). Asimismo, se diseñaron nuevas herramientas para sondear los cielos a distancia, como los meteorógrafos miniaturizados capaces de enviar los datos por radio, que el francés Robert Bureau llamó en 1929 **radiosondas**. Este avance fue posible gracias a que el italiano Guglielmo Marconi había abierto la era de las comunicaciones inalámbricas a larga distancia. Aquellas ondas rebotaban en una capa aún más lejana de la atmósfera, una zona que, en 1926, el físico escocés Robert Watson-Watt había bautizado como **ionosfera** (obsérvese cuán lejos habían «caminado» ya estos iones nombrados un siglo antes por Faraday).

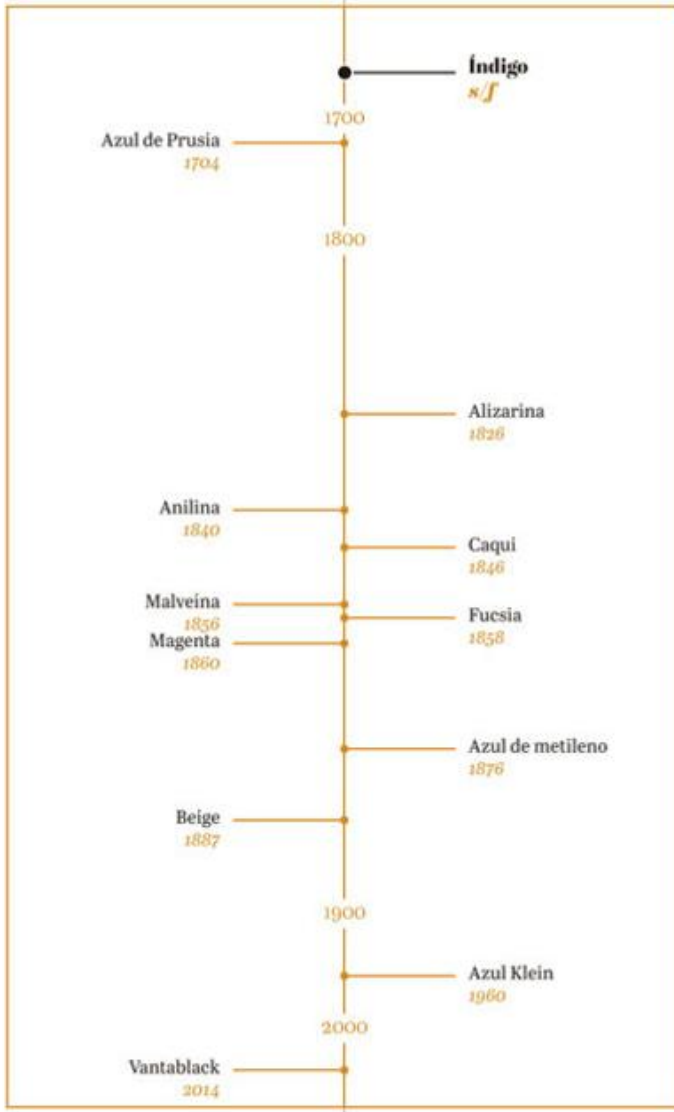
Durante la segunda guerra mundial una serie de observaciones de los pilotos de ambos bandos fueron esenciales para descubrir otra sorpresa: existían unos corredores de viento que adelantaban o retrasaban los vuelos de los aviones en el límite inferior de la estratosfera (en 1939, el meteorólogo alemán Heinrich Seilkopf había denominado a estos flujos de aire *Strahlströmung*, que literalmente significa **corrientes en chorro**). En el ámbito anglosajón, el fenómeno pasó a ser conocido como *jet stream* y fue caracterizado científicamente por el estadounidense de origen sueco Carl-Gustaf Rossby, quien lo encajó en su modelo de oscilaciones atmosféricas (hoy conocidas como **ondas de Rossby**).

Duendes en el cielo

A lo largo del siglo XX, no cesaron de sucederse los descubrimientos. Así, por ejemplo, se comprobó que, en esta zona límite de la atmósfera, la interacción de los rayos ultravioleta del sol con el oxígeno (O_2) generaba una capa protectora más o menos permanente de **ozono**. Esta molécula (O_3) había sido nombrada en 1839 por el químico Christian Friedrich Schönbein, a partir de la palabra griega *ozein*, «tener olor». Asimismo, se consiguió explicar la formación de un tipo especial de nubes, que el alemán Otto Jesse había visto aparecer en las regiones más remotas del cielo a partir de la erupción del volcán Krakatoa de 1883, y a las que dos años después había llamado **nubes noctilucentes** porque brillaban en mitad de la noche.

Que aún llegaran a descubrirse nuevos tipos de nubes, además de las clasificadas por Howard, y que pudieran incorporarse al *Atlas Internacional de Nubes* fue también una maravillosa sorpresa. Se trataba de meteoros que ocurrían incluso más allá de la estratosfera, en una zona llamada **mesosfera**, en la que más recientemente se están identificando misteriosos fenómenos luminosos que han sido bautizados con nombres de lo más sugerentes, como **duendes** o **elfos**, **chorros** y **espectros**.

Estos Eventos Luminosos Transitorios (ELT) duran apenas unos milisegundos y se producen habitualmente sobre las tormentas eléctricas a altitudes de entre 40 y 100 kilómetros (varios kilómetros por debajo de donde se producen las **auroras**). Aunque los pilotos habían informado en numerosas ocasiones de estos extraños destellos, no fue hasta el 6 de julio de 1989 cuando científicos de la Universidad de Minnesota tuvieron las primeras evidencias visuales y comenzaron a tomarse en serio su estudio. Hoy es uno de los campos de investigación atmosférica más interesantes; un campo que, sin duda alguna, generará nuevos nombres y descubrimientos.


Índigo
s/f
1700
Azul de Prusia
1704
1800
Alizarina
1826
Anilina
1840
Caqui
1846
Malveina
1856
Fucsia
1858
Magenta
1860
Azul de metileno
1876
Beige
1887
1900
Azul Klein
1960
2000
Vantablack
2014

I de Índigo

Si viajáramos hasta el año 1700 y le habláramos a alguien de los colores caqui, beige o fucsia, estos términos le resultarían tan extraños como los de internet o astronauta, pues, para entonces, el mundo aún no había vivido la revolución de los pigmentos sintéticos. Sin embargo, sí estaban a punto de producirse una serie de cambios que fueron clave en la revolución industrial y en el desarrollo de la química moderna. Y todo a causa de los colores.

La búsqueda de pigmentos y tintes —junto con la de las especias— fue uno de los motores de la exploración y del comercio globales desde la Antigüedad. A partir del Renacimiento, los habitantes adinerados de las boyantes ciudades ambicionaban nuevos colores para sus ropas y sus cuadros, y los intermediarios estaban dispuestos a pagar una fortuna a quienes viajaran hasta los confines del mundo para buscarlos. Según cuenta Philip Ball en su libro *La invención del color* (2009), en la década de 1760 existía en Europa la figura de los **arcanistas**, agentes que viajaban por las fábricas de tejidos para vender la fórmula secreta de los colores, traída casi siempre de las lejanas tierras de Oriente. Desde allí se habían importado los principales pigmentos, que los químicos europeos intentaban reproducir. Competían entre ellos para conseguir el tono más solicitado de la manera más sencilla y rentable, y esa competición iba a llenar la realidad de nuevos tonos y nombres, además de recolorear las vidas de las personas.

Azul de ultramar

Decía el pintor ruso Vasili Kandinski que el color azul «proporciona una sensación final de descanso» y que «cuando está a punto de hundirse en el negro, evoca un dolor que casi no es humano». Una fascinación parecida debieron sentir los habitantes de lo que hoy es Afganistán cuando, hace unos 6.000 años, abrieron una brecha en la tierra y se encontraron con un deslumbrante mineral que parecía el cielo cristalizado. Aquel mineral obtenido de las minas de Badaksan fue extraído incansablemente durante milenios y exportado hacia el oeste, donde las culturas mesopotámicas, y más tarde los egipcios, lo utilizaron para decorar sus representaciones sagradas. El conocido como **lapislázuli** —a partir del latín *lapis* (piedra) y del persa *lažvard* (azul)— llegó a Europa en torno al siglo x. En la península ibérica se conoció a través de los árabes, quienes nos dejaron de regalo la

palabra **azul**.

El pigmento que se obtenía a partir de aquel mineral era el tinte más deseado por los artistas. Pronto empezó a ser conocido entre ellos como **azul de ultramar**, pues llegaba en barco hasta puertos como el de Venecia después de viajar a través de los océanos. Debido a lo caro y exclusivo que resultaba, hubo varios intentos de crear una sustancia similar a partir de materiales más baratos, como había sucedido ya con el **azul egipcio**, creado en el tiempo de los faraones. Pero aún no se daban las condiciones para conseguirlo.

Un intruso en el arcoíris

De Oriente llegó también otro pigmento fundamental para teñir tejidos de azul, una sustancia obtenida a partir de diversas plantas como la *Indigofera tinctoria* o la *Isatis tinctoria* y a la que se bautizó como **índigo**, pues en su mayoría provenía de India. Sin embargo, no era su único lugar de origen. En un yacimiento arqueológico de Perú se han encontrado las pruebas más antiguas del uso de este pigmento: sabemos que, hace 7.800 años, los habitantes de aquella zona ya usaban estas plantas para sus tejidos, igual que hacen los Tuareg desde hace siglos para dar color a los tagelmust con los que cubren sus cabezas.

Fue por influencia de esta moda textil que Isaac Newton decidió otorgar al color «índigo» (en español traducido a menudo como **añil**) la condición de color básico entre los que componen el arcoíris. Se trató de una decisión un poco forzada, pues hoy día hay consenso en que en el espectro de la luz visible distinguimos principalmente seis colores y Newton acomodó sus observaciones a sus creencias.*

El elemento químico **indio**, descubierto en 1863, también le debe su nombre a este color, pues la línea que producía en la espectroscopia se situaba entre los 420 y los 450 nanómetros, la zona azul oscuro del espectro que Newton identificaba con el índigo.

Una ola de color

A partir del siglo XVIII, y después de numerosos intentos, los dos colores azules por excelencia —el azul de ultramar de los cuadros y el índigo de las telas— fueron recreados sintéticamente. El primer sucedáneo lo creó el fabricante de pinturas suizo Johann Jacob Diesbach alrededor de 1704, aunque lo obtuvo por accidente. Cuando estaba intentando conseguir un colorante rojo, tras realizar una mezcla con «aceite de hueso» se encontró con un pigmento azulado que parecía muy resultón. Con ayuda de Johann Conrad Dippel, empezó a fabricar y a exportar el pigmento con el nombre de **azul de Prusia**, y se ha llegado a afirmar que aquel color «cambió el mundo».

Gracias a la posibilidad de usar una pintura azul que no tuviera un precio prohibitivo, ese color empezó a tener presencia en los cuadros y en las cortes de todo el planeta, y tuvo una gran influencia en la estética del Rococó y más adelante en el Impresionismo. El azul de Prusia fue utilizado por pintores como Canaletto, Delacroix, Turner o Ingres, e incluso, más tarde, por Van Gogh y Picasso, y llegó hasta lugares tan lejanos como Japón, donde Katsushika Hokusai lo usó para la célebre estampa *La gran ola de Kanagawa*.

La carrera por conseguir un color brillante como el cielo continuó más allá del azul de Prusia. En 1826, la Sociedad Francesa para el Fomento de la Industria Nacional ofreció un premio de 6.000 francos a quien descubriese una forma de fabricar un azul de ultramar similar al lapislázuli. Al poco tiempo, primero un francés y luego un alemán presentaron un sistema de fabricación de **azul de ultramar sintético** que podía competir con el omnipresente azul de Prusia.

En 1880, el químico alemán Adolf von Baeyer completó el círculo al conseguir la síntesis del **índigo artificial**, que unos años después empezó a fabricarse industrialmente y que hoy es el pigmento que se utiliza para teñir millones de pantalones vaqueros, entre otras muchas cosas. Aquel trabajo ayudó al «desarrollo de la química orgánica mediante los colorantes químicos», motivo por el que Von Baeyer recibió en 1905 el premio Nobel. Y lo que es más importante: por primera vez en la historia, se redujo el flujo del azul desde Oriente. Europa ya no dependía de los pigmentos de India para teñirse de azul.

Destilando los colores

Este desarrollo de la química orgánica a partir de los colores se produjo a lo largo del siglo XIX, cuando aparecieron nuevos términos como **caqui**, el nombre que los ingleses dieron al color de sus uniformes militares coloniales a partir de la palabra hindi *khākī*, que significa «polvo», o **beige**, el término que los franceses empezaron a usar a mediados de siglo para el color de algunas telas y que significa «sin teñir».

La obsesión de los químicos era deconstruir los colores hasta sus últimos componentes, lo que les permitiría replicarlos y combinarlos a su gusto en el laboratorio. Fue así como, en 1826, el alemán Otto Unverdorben halló el componente esencial del índigo, que Carl Julius Fritzsche nombró en 1840 como **anilina** (de la palabra «añil», por influencia del portugués, en este caso). También en 1826, el químico francés Pierre-Jean Robiquet encontró el componente principal de los colorantes rojos de la planta *Rubia tinctorum*, que tradicionalmente se había utilizado, entre otras cosas, para teñir las casacas del ejército inglés. Este componente sería conocido como **alizarina** (palabra

inspirada en una expresión árabe que significa «jugo que se extrae»).

Sería trabajando con estos dos compuestos como se produjeron los dos mayores puntos de inflexión en la historia moderna de los colores. El primero tuvo lugar en 1856, cuando el químico inglés William Perkin obtuvo accidentalmente, a partir de la anilina, un nuevo tinte que iba a revolucionar la moda. El segundo, en 1868, cuando los químicos alemanes Carl Graebe y Carl Liebermann reprodujeron por primera vez la alizarina de forma sintética a partir de antraceno y abrieron la puerta a producir pigmento rojo a escala industrial.

La fiebre púrpura La palabra **púrpura** deriva del término que usaban los romanos, y antes los griegos, para referirse al molusco que producía un tinte violáceo muy exclusivo, asociado después durante siglos al poder. Por ese motivo, cuando Perkin descubrió la posibilidad de teñir las telas de púrpura de un modo económico y sencillo, el descubrimiento produjo una conmoción en la sociedad. Perkin bautizó inicialmente el tinte como «púrpura de Tiro», en honor a la tradición, pero enseguida caló la expresión **púrpura de Perkin** o **malveína**, esta última por influencia de la palabra **malva**, puesta de moda poco después por los franceses (debido a la planta que produce flores de un color parecido).

De pronto, la sociedad europea se llenó de aquel color. En 1857, la emperatriz Eugenia, casada con Napoleón III, llevó un vestido de color malva y, un año después, la mismísima reina Victoria de Inglaterra asistió a la boda de su hija vestida de ese color, lo que contribuyó a que aquel periodo se conozca históricamente como la «década malva». «Al mirar por mi ventana, contemplo de primera mano la apoteosis de la púrpura de Perkin», escribía un corresponsal de la época en el periódico *All the Year Round*, fundado por Charles Dickens. «Manos purpúreas hacen señas desde los coches, manos purpúreas se estrechan en las puertas de las casas, manos purpúreas se amenazan desde ambos lados de la calle...» El púrpura estaba en todas partes.

La competición por conseguir el tinte más popular era tan reñida que se crearon nuevos nombres de colores en la misma región del espectro. En 1858, la industria francesa creó un tinte entre rojo y violeta al que llamó **fucsia** (por su parecido con el color de las flores de la *Fuchsia magellanica*, descubierta por Leonhart Fuchs en el siglo XVI), pero el nombre le duraría un par de años, pues se decidió bautizar al nuevo color como **magenta**, en honor a la batalla ocurrida en la ciudad homónima del Reino lombardo-véneto (hoy Italia). Aunque los términos nacieron como sinónimos, hoy designan técnicamente a dos tonalidades diferentes.

Pigmentos «curativos»

La producción de nuevos tintes no solo tuvo una gran importancia en el desarrollo de la industria textil —el principal motor de la revolución industrial en Inglaterra—, sino que sentó las bases para el nacimiento de algunas de las mayores empresas farmacéuticas y tuvo ramificaciones en el mundo de la fotografía.

Amparadas en el nuevo arcoíris de pigmentos, y sobre todo en la anilina, nacieron en Alemania las empresas BASF (acrónimo en alemán de Fábrica de Baden de Anilina y Soda) y Bayer, que empezó siendo una fábrica de tintes. El parentesco entre la química de los colores y la de las medicinas se remonta al propio descubrimiento accidental del color púrpura, que tuvo lugar cuando Perkin trataba de producir **quinina** (el gran remedio contra la malaria obtenido a partir de la planta *Cinchona officinalis*). No mucho después, otro tinte sintetizado en 1876 a partir de la anilina, el **azul de metileno**, tuvo su aplicación en las tinciones para el microscopio y, posteriormente, en el tratamiento de enfermedades tropicales. De hecho, las sustancias derivadas de este compuesto fueron ampliamente usadas como antisépticos hasta la aparición de las sulfamidas y de la penicilina en el siglo XX.

Bajo el paraguas de la anilina también se creó la empresa alemana Agfa (acrónimo de Corporación para la producción de Anilina), aunque esta última se especializó en la producción de material de fotografía. En este mismo campo, pero en Reino Unido, el astrónomo John Herschel descubrió en 1842 que, al poner determinada mezcla de sales sobre un papel y exponerla a la luz, obtenía una copia en color azul de Prusia a la que llamó **cianotipo** (*blueprint*, en inglés). La botánica Anna Atkins hizo un uso pionero de esta técnica al publicar una preciosa serie de cianotipos de algas, y el sistema se convirtió en una forma barata de copiar dibujos que facilitó la vida a quienes diseñaban planos de motores, barcos o locomotoras y, por consiguiente, impulsó el desarrollo industrial.

Colores exclusivos

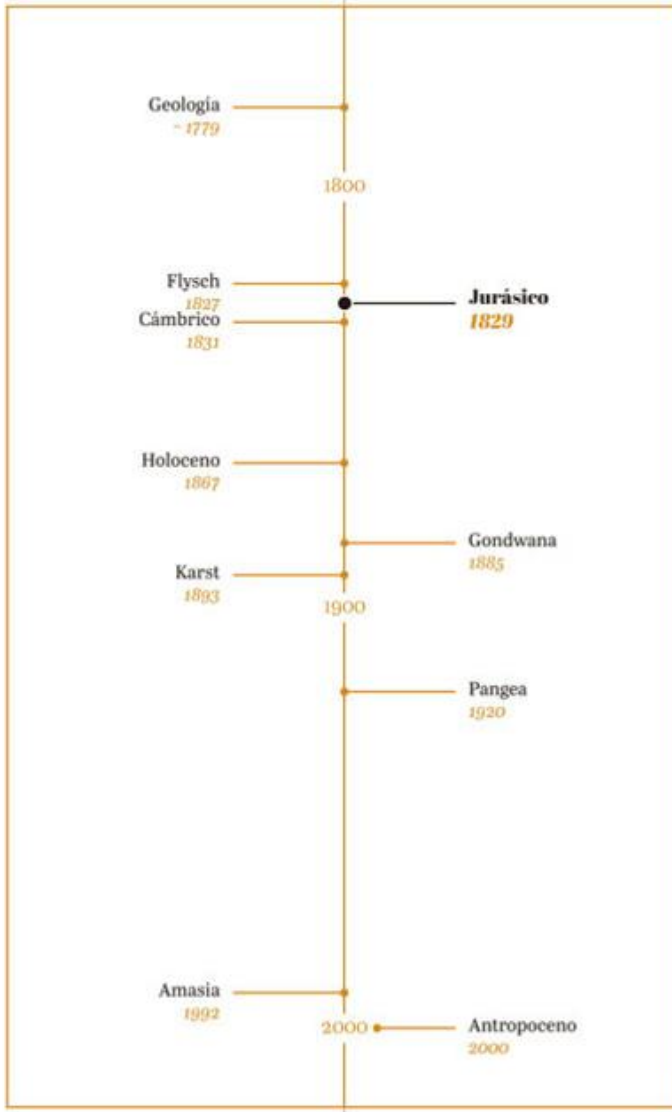
Con el desarrollo de las nuevas técnicas y tinturas, la explosión de colores salpicó las artes gráficas hasta tal punto que empezó a haber cierta necesidad de poner orden. En 1956, un químico estadounidense llamado Lawrence Herbert, que trabajaba en una pequeña imprenta, decidió crear una serie de guías para ordenar los colores. La imprenta se llamaba **Pantone original** y hoy da nombre a uno de los catálogos más utilizados para ordenar el color. El catálogo se basa en un código de números y siglas que puede ser aplicado de forma estándar. En 2022, la compañía se animó por primera vez en su historia a sacar un

nuevo color y ponerle nombre: el tono Pantone 17-3938, que fue bautizado como **Very Peri** y que —quizá como homenaje— recordaba muchísimo al malva de Perkin.

Aunque la química había avanzado mucho, a mediados del siglo XX la ambición por «atrapar el cielo» seguía viva entre algunos creadores. Se cuenta que, en 1947, cuando tenía solo 19 años, el artista francés Yves Klein estaba sentado con dos amigos en la playa y decidieron repartirse las que, a su juicio, eran las tres partes más importantes del mundo: uno de ellos se quedó con la tierra, otro con las palabras e Yves decidió quedarse con el cielo. El asunto debió de dejarle una marca indeleble, porque años después creó su propio pigmento azul, de una intensa viveza, a partir de una resina sintética. El tono se conoce desde entonces como **azul Klein**, un homenaje a ese color que, según las palabras de su creador, «es lo invisible haciéndose visible».

El avance de la tecnología y del arte nos ha brindado un último episodio maravilloso de creatividad e ingenio. Trabajando con nanotubos de carbono, un nanomaterial formado por una capa de grafeno enrollada sobre sí misma, un grupo de investigadores británicos crearon una tintura que absorbía la luz hasta tal punto que podía producir el negro más negro que uno pueda imaginar, tan extraño que parece un agujero a otra dimensión. El pigmento, que absorbe hasta el 99,965 % de la luz visible, fue desarrollado en 2014 por la empresa Surrey NanoSystems y registrado comercialmente con el nombre de **Vantablack**, el acrónimo de «Conjunto de nanotubos verticalmente alineados», en inglés.

En 2015, quizá para emular a Klein o para vengar a sus antepasados indios a los que los británicos «habían arrebatado» el azul, Anish Kapoor compró los derechos del pigmento Vantablack y pasó a ser el único artista que podía utilizarlo en sus obras, lo que despertó cierta animadversión entre sus colegas. Como respuesta, el artista Stuart Semple anunció en 2016 la creación de **PINK**, el pigmento más rosa jamás creado, y dispuso que cualquier persona del planeta podía utilizarlo… excepto Anish Kapoor.


Geología
~ 1779
1800
Flysch
1827
Cámbrico
1831
Jurásico
1829
Holoceno
1867
Gondwana
1885
Karst
1893
1900
Pangea
1920
Amasia
1992
2000
Antropoceno
2000

J de Jurásico

Entre los científicos que estudian la naturaleza, los geólogos son los que tienen una comprensión más profunda de las escalas del tiempo. Se podría argumentar con razón que astrofísicos y cosmólogos trabajan con abismos temporales aún mayores, pero lo hacen de una forma más indirecta. A diferencia de ellos, los geólogos pueden estudiar y tocar el pasado con sus propias manos, y esto les ha enseñado a leer los estratos de la Tierra como si fueran las páginas de un libro. Es por este motivo por el que la investigadora Marcia Bjornerud considera que la elaboración del «mapa» del tiempo geológico representa «uno de los grandes logros intelectuales de la humanidad». «Pensar en términos geológicos es mantener en la mirada de la mente no solo lo que es visible en la superficie —argumenta—, sino también lo que está presente en el subsuelo, lo que ha sido y lo que será.»

Comprender la vastedad de estas escalas temporales no fue una tarea fácil. Aunque el concepto de **tiempo profundo** fue acuñado formalmente en 1981 por el escritor estadounidense John McPhee, el primero en asomarse con plena conciencia a esta nueva dimensión del pasado fue el geólogo británico James Hutton. A partir de 1787 —primero en la isla escocesa de Arran y luego en otros lugares— Hutton observó una serie de discontinuidades en el terreno a las que denominó **discordancias** y que atribuyó correctamente a los ciclos de sedimentación, plegamiento y erosión a lo largo de las diferentes «edades de la Tierra». Gracias a su enorme intuición, comprendió que aquellas sucesiones de rocas de distinta composición, cuya orientación pasaba de horizontal a vertical, le estaban mostrando un pasado remoto. «La mente parecía marearse al mirar tan atrás en el abismo del tiempo», escribió John Playfair tras acompañarlo en una de sus excursiones.

Bautizar el paisaje

La popularización de la palabra **geología** (del griego *geo*, «tierra», y *logos*, «conocimiento») se atribuye al gran naturalista y explorador suizo Horace Bénédict de Saussure, quien normalizó su uso a partir de 1779 con la publicación de la obra *Voyages dans les Alpes* (Viajes por los Alpes), en la que recogía las observaciones que había podido hacer en las cimas de las grandes montañas. Pero la palabra había hecho varias apariciones furtivas en los siglos anteriores. Ya en 1603, el

naturalista Ulisse Aldrovandi había empleado el término *giologia* para referirse al estudio de las rocas y minerales, y Robert Lovell había usado la palabra en inglés en 1661. Más cerca en el tiempo, en 1778, el suizo Jean-André de Luc, rival de Saussure, había barajado y desechado el término en sus *Cartas sobre las montañas*: Por cosmología entiendo aquí solo el conocimiento de la tierra, y no el del universo. En este sentido, «*geología*» hubiera sido la palabra correcta, pero no me atrevo a adoptarla, porque no es de uso común.

El descubrimiento de que la Tierra tenía un pasado mucho más amplio de lo que decían las Sagradas Escrituras se produjo en los lugares extremos del planeta, donde las «discordancias» y los «ríos de hielo» parecían haber arrastrado las rocas hasta ubicaciones imposibles. Saussure era muy consciente de la importancia de estudiar los «cuerpos que se muestran en la superficie», así como los que se esconden «en todas las profundidades en las que nuestros precarios medios nos han permitido penetrar». Todas aquellas pruebas mostrarían, a la larga, que los fósiles de animales marinos no habían llegado súbitamente a las montañas a causa de un diluvio, sino por el desplazamiento del propio terreno a lo largo de millones de años.

En aquellas regiones alpinas, el naturalista suizo identificó nuevas formaciones para las que tuvo que idear nuevos nombres. Así, utilizó la palabra **serac** —que en las regiones de Saboya designaba a un tipo de requesón— para nombrar a los bloques de hielo fragmentado que aparecían en los glaciares. También identificó por primera vez las *roches moutonnées*, unas formaciones producidas por la erosión glaciar que los geólogos conocen como **rocas aborregadas**. Finalmente, fijó el uso de la palabra **morrena**, el término que empleaba la población local para referirse a los «montículos de tierra» que dejaba el hielo a su paso.

A lo largo del siglo XIX, otros geólogos descubrieron también una enorme variedad de formaciones y —como Saussure— tuvieron que ponerles nuevos nombres. Así, en 1827 nació el término **flysch** (del alemán *fliessen*, «fluir») para designar zonas donde el movimiento del terreno muestra una sucesión de capas duras y blandas, como un catálogo del pasado remoto. En 1893, el geógrafo serbio Jovan Cvijić eligió el término **karst** para describir el paisaje calcáreo de las montañas de Eslovenia erosionado por el agua, además de crear otras palabras como **dolina** o **poljé**.* De esta forma, poco a poco se generó un ramillete de términos de lo más variopinto, a menudo procedentes de las lenguas locales del lugar en el que se identificaban las formaciones. Nombres como **fajana** (del portugués), **rift** (de origen escandinavo), **lapilli** (del latín), **géiser** (del islandés), **iceberg** (del holandés), **nunatak** (del inuit) o **malpaís** (del español) son solo algunos ejemplos del variado léxico que crearon los geólogos en el

siglo XIX.

LAS EDADES DE LA TIERRA Las observaciones al pie de los glaciares llevaron a Saussure a plantearse la posibilidad de que el hielo se hubiera extendido mucho más allá en el pasado. El francés Louis Agassiz recogió posteriormente esta idea y planteó en 1840 la existencia de una **Edad de hielo**, término que robó directamente al naturalista alemán Karl Friedrich Schimper, quien lo había acuñado en su lengua materna tres años antes (*Eiszeit*). Pero donde se descubrió por primera vez la sucesión de capas de roca bajo el suelo y su significado no fue en los Alpes, sino en Gran Bretaña, de ahí que muchos de los nombres de estas primeras etapas geológicas hagan referencia a localidades o tribus galesas.

A partir de 1794, el geólogo inglés William Smith viajó por diferentes lugares de su país y comparó los tipos de fósiles que se hallaban con mayor frecuencia en cada zona. Gracias a aquellas observaciones, se percató de que, en localizaciones muy distantes entre sí, se repetía la misma sucesión de rocas con los mismos tipos de fósiles, un fenómeno que se conoció como el «principio de sucesión faunística». Su aportación más relevante tuvo lugar en 1801, cuando dibujó un mapa geológico de Inglaterra y Gales que supuso un enorme avance en la forma de concebir el pasado: por primera vez empezaban a utilizarse herramientas para ordenar aquella variedad de sustratos y para saber qué rocas se habían formado antes que otras.

Gracias a aquellos avances, las edades del pasado de la Tierra empezaron a identificarse en diferentes lugares en función de las características y la disposición del terreno. En 1838, el geólogo inglés Adam Sedgwick acuñó la palabra **Paleozoico** (del griego *palaio,* «viejo», y *zoion,* «animales») para referirse a la época en que el terreno parecía presentar una especial abundancia de animales invertebrados y reptiles. Unos años antes, en 1831, había inventado otro término para denominar a un periodo muy antiguo al que llamó **Cámbrico** (a partir de *Cambria*, la forma latinizada de *Cymru*, que es la palabra utilizada por los habitantes de Gales para referirse a su tierra). Teniendo en cuenta que Sedgwick, como expliqué en el prefacio de este libro, había abominado de los «barbarismos» y rechazado nuevos términos como *scientist*, resulta una divertida contradicción que él mismo acabara inventando estos neologismos.

Por la misma época, en 1841, un recaudador de impuestos aficionado a la geología llamado John Phillips, que se había casado con la hermana de William Smith (todo queda en casa), dio otro paso de gigante al crear una nueva escala temporal para los periodos geológicos. Además de incluir el Paleozoico, añadió el **Mesozoico** (de *mesos*, «medio») y el **Cenozoico** (de *kainos*, «nuevo» o «reciente»),

ambos de su propia invención.

Hoy sabemos que aquellos tres periodos sucesivos solo abarcan los últimos 540 millones de años del pasado del planeta, una porción muy pequeña de su historia que ordenamos en intervalos de tiempo muy amplios llamados «eones». El tramo más reciente identificado por Phillips se incluyó a partir de 1930 dentro del eón **Fanerozoico** (de *phanerós*, «visible», pues se trata del periodo donde se *ve* a los seres vivos), y retrocediendo hacia atrás, hacia el pasado más profundo del planeta, se establecieron los eones **Proterozoico** (que abarca desde hace 2.500 millones de años hasta hace 543 millones de años), **Arcaico** (desde hace 3.500 millones de años hasta hace 2.500 millones de años) y **Hádico** (de Hades), el oscuro y desconocido periodo que va desde la formación de la Tierra hace 4.570 millones de años hasta hace 4.000 millones de años.

Paralelamente, y bajando en la escala, los geólogos habían puesto nombre a otros intervalos menores dentro de los eones y los habían denominado **eras**, **periodos**, **épocas** y **edades**. Entre 1849 y 1852, el naturalista francés Alcide d'Orbigny identificó los **pisos** (*étages*), una serie de estratos de pocos metros de grosor que abarcaban periodos de varios millones de años. Para hacerse una idea de la profundidad de esta torre de rocas del pasado, los 540 millones de años del eón Fanerozoico incluyen 99 pisos en la escala geológica. Una distancia que, si se imagina visualmente, produce hasta un poco de vértigo.

Peleas «tribales»

La carrera por ser el primero en identificar alguna de estas etapas geológicas dio lugar a algunas curiosas peleas entre geólogos, que se disputaban pedazos del registro en las rocas como si fueran parcelas del pasado con título de propiedad. El propio Adam Sedgwick protagonizó una encendida polémica con su colega Roderick Murchison, quien había excavado en un estrato en Gales y había identificado un periodo al que llamó **Silúrico**, en honor a la tribu celta de los silures. Cuando Murchison le comunicó a Sedgwick que la zona se superponía al Cámbrico, este sintió que invadían su territorio y ambos se enzarzaron en una agria discusión. Años después, en 1879, un tercer geólogo llamado Charles Lapworth puso fin a la disputa al identificar otro periodo intermedio entre los dos anteriores al que llamó **Ordovícico**, también por otra tribu de Gales.

Puede parecer anecdótico, pero no fue la única pelea de geólogos sobre periodos dentro del Paleozoico. Cuando ya tenía bien definido el Silúrico, Murchison se encontró con que otro competidor, Henry De la Beche, había descubierto varios fósiles de plantas al norte de la ciudad de Devon que consideraba anteriores al Silúrico. Pero Murchison se

obstinó en que estaban mal datados y, como no estaba dispuesto a dar su brazo a torcer, se produjo otra gran controversia que no se cerró hasta que aparecieron nuevas pruebas y el **Devónico** quedó establecido como nuevo periodo geológico.

La lista de nombres de periodos es demasiado extensa para detallarla aquí, pero citaré un par de ejemplos ilustrativos dentro de la siguiente era, el Mesozoico, la etapa de la historia de la Tierra en la que vivieron los dinosaurios. El periodo más antiguo de esta era, el **Triásico** (del griego *triás*, «tríada»), fue bautizado así por el alemán Friedrich August von Alberti en 1834 al descubrir una sucesión de tres tipos de roca, mientras que el siguiente periodo del Mesozoico debe su nombre indirectamente a Alexander von Humboldt, quien en 1795 había viajado a la cordillera del Jura, en Suiza, y había identificado una serie de depósitos a los que denominó *Jurakalk* (algo así como «caliza del Monte Jura»). Años más tarde, en 1829, el naturalista francés Alexandre Brongniart recuperó la terminología del alemán y bautizó a aquel periodo geológico como **Jurásico**, hoy el más famoso entre los legos en la materia gracias a la película de Steven Spielberg de 1993.

Por último, en 1822, el belga Jean Baptiste Julius d'Omalius d'Halloy propuso la denominación de **Cretácico** para el periodo inmediatamente posterior. El nombre hacía referencia a la abundante presencia de creta, la piedra caliza formada por la acumulación de millones de conchas de carbonato cálcico de invertebrados marinos en las costas occidentales de Europa. Más tarde, los geólogos estipularon que aquel periodo se terminó hace 66 millones de años, para dar paso a la era actual, el Cenozoico. Las señales dejadas por la caída de un enorme meteorito en lo que hoy es el Golfo de México y las consecuencias que tuvo para la vida en la Tierra les pareció un buen punto de inflexión para diferenciar entre eras geológicas.

La organización de esta escala está sometida a permanente revisión. En una fecha tan reciente como 2004 se aceptó la inclusión de un nuevo periodo, que se inició hace 635 millones de años y terminó hace 542 millones de años. Este periodo ha sido denominado **Ediacárico**, por las montañas Ediacara, en Australia, donde está el principal yacimiento en el que aparecen unas interesantes formas de vida anteriores a la explosión cámbrica de las que aún se sabe muy poco. La época más reciente de la historia de la Tierra, dentro del periodo **Cuaternario**, fue etiquetada en 1867 como **Holoceno** (de *Holos*, «todo», y *kainos*, «nuevo»), pero, desde que en el año 2000 el Nobel de Química Paul Crutzen acuñó la palabra **Antropoceno** para denominar a la etapa marcada por la actividad humana y por los restos que estamos dejando en el subsuelo, hay una fuerte discusión en la propia comunidad científica sobre su posible aceptación como

«época» o «evento».

UNA ESFERA MUY ANTIGUA Al analizar cómo se nombraron todos estos intervalos de tiempo geológicos, hay que tener en cuenta que no se identificaron en orden —se fueron conociendo piezas sueltas del puzle— y que los científicos se encontraron con una dificultad añadida: no sabían cuál era la edad de la Tierra y cuánto se remontaba atrás en el tiempo. A partir de las observaciones de Hutton, empezó a manejarse la idea de un pasado indefinidamente antiguo. Sus ideas fueron recogidas por Charles Lyell en su obra *Principios de geología* (1830-1833), cuya lectura fue fundamental para que Darwin concibiera su teoría sobre la evolución a través de la selección natural.

Para explicar unos cambios tan graduales en los seres vivos, Darwin había sugerido la existencia de un pasado mucho más remoto que el que recogía la Biblia, según la cual habían transcurrido unos 6.000 años desde la creación del mundo. Pero a aquella idea tan atrevida le surgió un temible adversario, el físico William Thomson, más conocido como lord Kelvin, quien realizó una estimación de la edad de la Tierra calculando lo que habría tardado en enfriarse por conducción desde su nacimiento como una inmensa bola de material fundido. Y su cálculo arrojó una edad de entre veinticuatro y cien millones de años, muy inferior a los tiempos que estaban manejando los geólogos y a los más de mil millones de años que había concebido Darwin.

El error de lord Kelvin se haría patente unas décadas después, cuando se descubrió que la transferencia de calor había sido mayoritariamente por convección, y cuando el descubrimiento de la radiactividad y el decaimiento de los elementos permitió datar las rocas más antiguas de la Tierra (y los meteoritos que nos llegaban del espacio) con una enorme precisión. El esfuerzo a lo largo del tiempo de tres mentes lúcidas como las de Arthur Holmes, Alfred Nier y Clair Patterson —junto al desarrollo de la espectrometría de masas y el fascinante hecho de que los isótopos actúan como una especie de relojes omnipresentes desde los inicios del universo— permitió que, en 1948, se pudiera datar con precisión la edad de la Tierra en 4.550 millones de años, un marco suficientemente amplio para explicar la evolución de las rocas y, por supuesto, de los seres vivos que fueron apareciendo desde hace unos 3.800 millones de años.

LOS REINOS DEL PASADO

A pesar de los avances en las herramientas de datación, a principios del siglo XX los geólogos andaban todavía bastante despistados sobre cuáles eran los procesos por los que se formaban las grandes montañas

y cómo se desplazaban las masas de tierra que aparecían amontonadas unas sobre otras. Hacia 1910, la explicación más aceptada era la denominada «teoría de la Tierra en contracción»: según esta teoría, la superficie del planeta, al enfriarse, se había encogido, produciendo fisuras y pliegues como la piel de una manzana seca. Esta explicación, junto con una variante de la misma llamada «teoría geosinclinal», estaban en pleno vigor cuando un meteorólogo y geofísico alemán de 32 años llamado Alfred Wegener puso encima de la mesa una idea sencilla y brillante que pondría patas arriba la disciplina.

Wegener empezó a interesarse por aquel asunto a partir de dos observaciones casuales. En 1910, se fijó en que la costa occidental de África parecía encajar perfectamente con la costa oriental de Sudamérica. En otoño del año siguiente cayó en sus manos un tratado de paleogeografía. Allí observó que la fauna y la flora de Brasil y de Gabón durante el Mesozoico eran extrañamente coincidentes, algo que los geólogos achacaban entonces a la existencia de antiguos «puentes de tierra». Después de estudiar el asunto con detenimiento, Wegener dio una conferencia en enero de 1912 en la que comunicó su extraordinaria hipótesis: nunca habían existido tales puentes de tierra, ni continentes que se hundían para volver a emerger, sino que los continentes se iban desplazando y en algún momento habían formado parte de un único supercontinente.

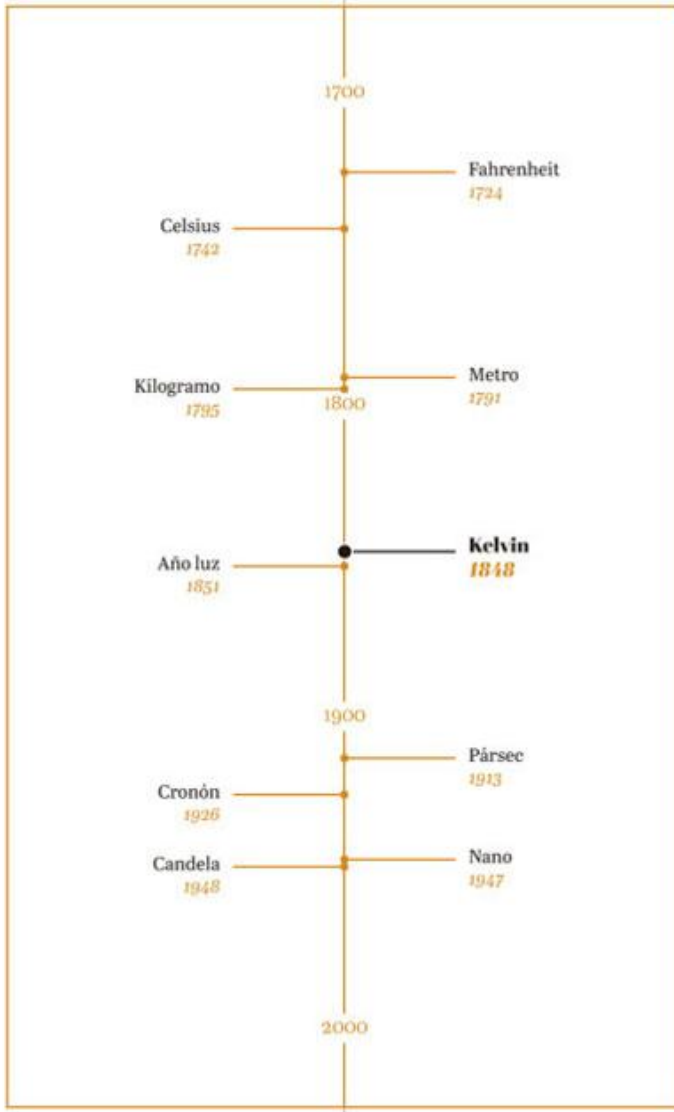
Por supuesto, las ideas del físico alemán no surgían de la nada. Algunas de las bases para concebir aquella **deriva continental**, como se bautizó el fenómeno, se habían gestado unos años antes. En 1904, el brillante geólogo austríaco Eduard Suess propuso que los continentes del hemisferio sur habían formado parte en el pasado de un continente más grande al que llamó **Gondwana** (por *Gond*, el nombre en sánscrito de una región de la India) bañado por un antiguo océano al que llamó **Tetis** (por la diosa griega *Tethys*). Paralelamente, el estadounidense Joseph Barrell había tratado de explicar el equilibrio dinámico entre las dos capas exteriores de la Tierra, bautizadas como **litosfera** y **astenosfera**. Este principio, llamado **isostasia** (de *ísos*, «igual», y *stásis*, «paralización»), fue el que esgrimió Wegener para explicar que los continentes no se hundían, debido a su densidad, y que podían cambiar de posición, aunque los mecanismos internos se desconocían.

Después de sus conferencias iniciales, Wegener explicó su teoría con más detalle en varias obras, pero no fue hasta 1920, en la segunda edición de su libro *El origen de los continentes y océanos*, cuando por primera vez puso por escrito el nombre de aquel supercontinente antiguo en el que estaban agrupadas todas las tierras emergidas. Wegener usó para denominarlo la forma germanizada *Pangäa*, que hoy conocemos como **Pangea** (del griego *pan*, «todo», y *gea*, «tierra»),* un

continente primitivo que, hace alrededor de 200 millones de años, estaba rodeado por un océano global al que también nombró como **Panthalassa** (de *pan*, «todo», y *thalassa*, «mar»).

Las teorías de Wegener fueron despreciadas por sus colegas en las siguientes décadas, en parte porque aún no se conocía el mecanismo que hacía posible el desplazamiento de los continentes. A partir de 1960, el trabajo de la geóloga estadounidense Marie Tharp, que cartografió por primera vez el suelo oceánico y evidenció la existencia de una gigantesca dorsal en mitad del Atlántico, junto con las aportaciones clave de geólogos como John T. Wilson, permitieron desarrollar la teoría de la **tectónica de placas**. Esta teoría explica los deslizamientos que se producen en la corteza terrestre, además de la formación de las montañas y el mecanismo por el que se originan los volcanes y se producen los terremotos.

Finalmente, aquel meteorólogo «intruso» que había hablado de continentes «flotantes» no solo había acertado, sino que el desarrollo de nuevas herramientas permitió predecir que, en el futuro, los continentes seguirán desplazándose hasta formar un nuevo supercontinente. En 1992, el geólogo Paul Hoffman llamó **Amasia** a esta segunda Pangea, pues sería fruto de la unión de América y Asia, pero simulaciones posteriores han predicho otras posibles configuraciones, para las que se han propuesto nombres tan sugerentes como **Pangea Próxima**, **Novopangea** o **Aurica**.


1700
Fahrenheit
1724
Celsius
1742
Kilogramo
1795
1800
Metro
1791
Kelvin
1848
Año luz
1851
1900
Pársec
1913
Cronón
1926
Candela
1948
Nano
1947
2000

K de Kelvin

Entre la infinidad de palabras que ha generado y genera la ciencia, algunas son tan habituales en nuestras vidas que ni siquiera reparamos en su origen técnico. Raro es el día en el que no hablamos de los «metros» de distancia que recorremos, del paso de las «horas» o «minutos», de los «kilos» que pesa un objeto, de los «litros» de café que consumimos o de los «grados» de temperatura en el exterior de nuestras casas. El uso de las unidades de medida es tan cotidiano que parece que esas palabras han estado ahí desde siempre, pero su origen es más reciente de lo que sospechamos, y su creación ha sido fundamental para el avance del conocimiento.

Gracias al consenso alcanzado entre los científicos sobre cómo medir el mundo, es posible hacer experimentos que pueden ser reproducidos por otros científicos y medidos con la misma exactitud; asimismo, podemos hacer transacciones sin que nos engañen con las cantidades y conocemos con un mayor grado de certeza el mundo en el que nos movemos. Sin la existencia de estas unidades no funcionarían el sistema eléctrico, la red de internet, el comercio mundial, el tráfico aéreo ni los satélites GPS, por poner algunos ejemplos. Son tan importantes en nuestras vidas que, si por arte de magia hiciéramos desaparecer el Sistema Internacional de Unidades (SI), nuestra civilización colapsaría tan rápido como si hiciéramos desaparecer la gravedad.

Con las manos y los pies

Antes de desarrollar sistemas para medir cantidades de grano o superficies de cultivo, es probable que lo primero que trataran de medir nuestros antepasados fueran las distancias. Y empezaron usando lo que tenían más a mano, que era su propio cuerpo. Eso explica por qué muchas de las primeras unidades de medida tuvieron nombres como **pulgada**, **palmo**, **braza**, **pie** o **codo**.

Con el paso de los siglos, las medidas se fueron haciendo más sofisticadas y abstractas, y ganaron amplitud para cubrir distancias mayores. En tiempo de los griegos, por ejemplo, cuando Eratóstenes hizo su famoso experimento para calcular el diámetro de la Tierra, midió la distancia en **estadios**, cada uno de los cuales equivalía a 600 pies, aunque la medida del pie no era la misma en todas las polis. Más adelante los romanos definieron la **milla** (de *miles*, en latín) como la distancia recorrida al dar 1.000 pasos, y se estableció la **legua** como la

distancia que una persona podía caminar durante una hora.

A mediados del siglo XVIII, en la Europa continental se utilizaba principalmente la **toesa** para medir las distancias o la altura de las montañas, una unidad acuñada en Francia a partir del verbo latino *tendere*, tensar (los ingleses usaban las **yardas**, de «valla» o «jardín»). Desde la Edad Media había un patrón de la toesa acoplado en las paredes del Grand Châtelet en París para que todo el mundo pudiera usarlo como referencia. Sin embargo, tanto allí como en otros lugares con sistemas similares, las reproducciones a partir de los patrones daban lugar a imprecisiones, y empezó a surgir la necesidad de encontrar una medida universal basada en la propia naturaleza.

EN BUSCA DEL PATRÓN UNIVERSAL

Las propuestas para medir la distancia llegaron desde distintos lugares. John Wilkins, desde Inglaterra, y más tarde Gabriel Mouton, desde Francia, propusieron establecer una unidad de longitud a partir de lo que medía la cuerda de un péndulo cuyo periodo de oscilación fuera de un segundo y un sistema decimal de medición basado en una proporción de la circunferencia de la Tierra. Pero las dos estrategias se enfrentaban a dificultades específicas: por un lado, el péndulo dependía de la gravedad y variaba según la zona del globo terrestre en la que uno se encontrara y, por otro, aún no se conocía con certeza la forma del planeta. Precisamente por este motivo, entre 1735 y 1739 se llevó a cabo la famosa Misión Geodésica al Perú, liderada por el francés Charles-Marie de La Condamine y con la participación de los españoles Antonio de Ulloa y Jorge Juan.

Con aquellos antecedentes se creó el caldo de cultivo perfecto para que, tras el estallido de la Revolución francesa en 1789, la Asamblea Nacional afrontara la tarea de establecer un sistema de medidas universal. El 26 de marzo de 1791 se decidió que la nueva unidad de medida se llamaría **metro** (del griego *metrón*, que significa «medida»), palabra que ya había anticipado el italiano Tito Livio Burattini en 1675. Un año después, una comisión de expertos surgida de la Asamblea descartó la utilización de la longitud del péndulo y optó por definir la nueva unidad de medida como «la diezmillonésima parte del cuadrante de meridiano terrestre». Con este objetivo, se puso en marcha la tarea de medir con exactitud el arco de meridiano comprendido entre las localidades de Dunkerque y Barcelona, una misión que, después de no pocas dificultades, culminaron Jean Baptiste Delambre y Pierre François Méchain en 1798.

Al año siguiente se construyó el primer patrón oficial del metro, una barra de platino custodiada en París que, como sabemos hoy, tenía una imprecisión de 0,2 mm por un pequeño error en el cálculo

del achatamiento de la Tierra en los polos. La ironía, como relata Ken Alder en su libro *La medida de todas las cosas*, es que aquel primer patrón de metro no medía exactamente un metro, si nos atenemos a la definición acordada en 1792 sobre la diezmillonésima parte del meridiano.

UNO PARA DOMINARLOS A TODOS

A finales de 1799, con el «metro patrón» guardado en los Archivos Nacionales, Francia adoptó oficialmente el **sistema métrico decimal**, del que surgían otras unidades de medida. Aquel cambio respondía a una reclamación histórica de las clases populares, hartas de ser engañadas por los señores feudales con los sistemas de medida, que cambiaban a menudo y eran poco fiables. Y por eso se aplicó a las unidades de volumen, de superficie y de masa.

A partir del metro se definió el **litro**, palabra heredada del griego que equivalía a un volumen de un decímetro cúbico; el **estéreo**, unidad para los volúmenes sólidos igual a un cubo de un metro de lado, y el **área**, equivalente a un cuadrado de 10 metros de lado. Para el peso se desechó el antiguo *gravet* y se eligió el **gramo**, derivado indirectamente del griego *gramma*, que significaba «letra», y que equivalía al peso de un centímetro cúbico de agua destilada a una determinada temperatura. Dado que era una cantidad demasiado pequeña, no resultaba práctico construir un patrón de un gramo y se optó por construir un **kilogramo** de platino, que serviría a partir de entonces como referencia y que se guardó junto al patrón de metro. Aunque su uso tardó en consolidarse —Francia lo eliminó en 1813 y no lo recuperó hasta 1840—, aquellas unidades se fueron exportando a otros países, entre ellos España.

El brillante matemático Gabriel Císcar fue el representante español en aquellas comisiones y colaboró activamente en la definición de las nuevas unidades. En su obra *Memoria elemental sobre los nuevos pesos y medidas fundados en la naturaleza*, de 1800, detallaba en qué consistían las nuevas unidades e intentaba adaptar la nomenclatura a la que ya existía en la Península. Sobre la dificultad de aceptar los neologismos, Císcar señalaba: La ignorancia presuntuosa toma desde luego el partido de ridiculizar la introducción de las voces nuevas y desconocidas, para desquitarse anticipadamente de la crítica a que puede exponerle su mala aplicación.

La gran ventaja de aquel sistema, recalcaba Císcar, era su «invariabilidad», pues las medidas estaban basadas en valores que podían obtenerse de forma independiente. Sin embargo, aquella dependencia de las medidas respecto a variables universales era en parte ficticia, pues en el fondo se basaba en lo que medía o pesaba un

objeto físico concreto guardado en París, un inconveniente que se tardaría más de un siglo en resolver y que trajo de cabeza a la ciencia de la **metrología**.

Cuestión de grados

Otro buen ejemplo de que nuestras formas de medir el mundo son fruto de la convención humana es el método para cuantificar la temperatura. Cuando, en 1742, el físico sueco Anders Celsius definió su escala, estableció el valor de 0 °C para la temperatura de ebullición del agua y el de 100 °C para la de congelación, al contrario de como lo consideramos hoy día (fue su compatriota Linneo el que le dio la vuelta).

Antes de Celsius, Isaac Newton y Ole Rømer habían establecido sus propias escalas calibradas de temperatura, hoy olvidadas. Sin embargo, el físico polaco de origen alemán Daniel Gabriel **Fahrenheit** creó un sistema alternativo que se sigue utilizando hoy en la vida cotidiana de los países anglosajones: fijó la temperatura de su propio cuerpo en 96 °F y construyó la escala en secciones a partir de esa referencia, lo que coloca el punto de congelación del agua en 32 °F y el punto de ebullición en 212 °F. En alusión a esta diferencia en las escalas, y tras participar en las reuniones para establecer el sistema métrico, Gabriel Císcar dedicó estos versos a la medida de la temperatura en su *Poema Físico-Astronómico en siete cantos*: El *Centígrado* muestra el grado ciento, Pues como cuatro a cinco es el aumento.

> El de *Fahrenheit* da ciento y ochenta, Más treinta y dos, que en vez de cero cuenta.

Hoy en día, el Sistema Internacional de Unidades recoge el **grado Celsius** (°C) como la medida accesoria para medir la temperatura (sustituyó en 1948 a los **grados centígrados**), pero la unidad de referencia es el **kelvin**, representada por el símbolo K. Este nombre homenajea a William Thomson, también conocido como lord Kelvin, el científico del que ya hemos hablado aquí para mencionar su error sobre el cálculo de la edad de la Tierra. Aunque lord Kelvin suele ser recordado por la cantidad de errores que cometió a la hora de predecir el futuro, en el campo de la termodinámica hizo una aportación fundamental. En 1848 determinó el **cero absoluto**, la temperatura más baja posible, equivalente a –273,15 °C, que en la escala termodinámica equivale a 0 K. ¿Cómo lo hizo? Tomó diferentes gases y midió su volumen a 0 ºC, y posteriormente los calentó y enfrió para ver cuánto se expandían al variar en 1 ºC su temperatura. Lo que vio fue que el volumen variaba en una proporción de 1/273, lo que significaba que, en la parte inferior de la escala, al llegar por debajo

de –273 ºC, el volumen de cualquier sustancia no se podía reducir más. No se podía, ni se puede, ir más allá.

Salvados por las constantes

La fecha más importante en la historia de la metrología es la del 20 de mayo de 1875, cuando se firmó en París la Convención del Metro—un tratado internacional suscrito por diecisiete estados, entre los que se encontraba España—, con el objeto de crear un organismo que administrase y mantuviese los patrones para todo el mundo. También acordaron que el metro y el kilogramo custodiados por el gobierno francés fueran reemplazados por otros, ya que debía corregirse el error histórico de 0,2 mm. Como no se podía estar midiendo el meridiano cada dos por tres, se tomó otra decisión trascendente: se rompió la relación que existía entre los patrones y el tamaño de la Tierra y fueron los propios objetos los que se convirtieron en la base del sistema. De este modo, los diferentes países se llevaron copias lo más exactas posibles, que serían calibradas periódicamente.

Con estas decisiones, se estaba aplazando la solución de un problema que había apuntado poco antes el físico James Clerk Maxwell, quien, en 1870, durante una charla en la Asociación Británica para el Avance de la Ciencia (BAAS), había recalcado que la forma de nuestro planeta no era un buen sistema de referencia: La Tierra podría contraerse, como resultado de su enfriamiento, o crecer, si una capa de meteoritos le cayera encima (…). Pero una molécula, digamos de hidrógeno, si su masa o su periodo de vibración fuesen mínimamente alterados, dejaría de ser una molécula de hidrógeno. Si queremos entonces obtener estándares de longitud, tiempo y masa que sean absolutamente permanentes, debemos buscarlos no en las dimensiones, o en el movimiento, o en la masa de nuestro planeta, sino en la longitud de onda, el periodo de vibración y la masa absoluta de estas moléculas imperecederas, inalterables y perfectamente semejantes.*

Este problema se fue resolviendo paulatinamente en las siguientes décadas. Un primer paso se dio en la 11ª Conferencia General de Pesas y Medidas de 1960, en la que se aprobó el Sistema Internacional de Unidades y la definición de metro se desvinculó del patrón físico de París para tomar como referencia la radiación emitida por el átomo excitado de kriptón. Hubo que esperar al 16 de noviembre de 2018 para que se hiciera lo mismo con el patrón físico de kilogramo. Reunidos en Versalles, los sesenta países que forman parte del organismo regulador aprobaron por primera vez un sistema de unidades que prescindía de los objetos físicos y pasaba a depender únicamente de constantes físicas como la velocidad de la luz y la

constante de Planck. Según el Instituto Nacional de Patrones y Tecnología de Estados Unidos (NIST), se configuraba así «un sistema de medición que podría ser real y finalmente para todos los tiempos y para todas las personas».

El sistema asienta sus pilares sobre siete unidades básicas, a partir de las cuales se determinan las restantes (derivadas). Además del metro, el kilogramo y el kelvin, estas unidades son el **mol** (con el que se mide la cantidad de sustancia y que deriva del latín *mole*, que significa «pila», «montón»), el **amperio** (que mide la intensidad de la corriente eléctrica, en honor de André-Marie Ampère), la **candela** (que fue establecida en 1948 y mide la intensidad luminosa), y el **segundo** (la unidad con la que medimos el tiempo).

Aunque se encuentra en la base del sistema, la medición del tiempo siempre ha sido especialmente escurridiza. Las palabras **hora**, **minuto** y **segundo** han sobrevivido desde la Antigüedad a pesar de sufrir múltiples redefiniciones. «Minuto» y «segundo» llegaron al castellano a partir de dos expresiones del latín medieval para definir las subdivisiones de la hora. De este modo, de *pars minuta prima* deriva la «primera parte pequeña», que es el minuto, y de *pars minuta secunda* tenemos la «segunda parte pequeña», que es el segundo.

Respecto a la forma de organizar el calendario, los cambios han sido continuos, aunque siempre se ha buscado una referencia astronómica a la que aferrarse. Pero nuestro planeta, la Luna y el Sol no bailan a un ritmo que se adapte a nuestros deseos de precisión. Esto ha llevado a los metrólogos a optar por seguir los consejos del sabio Maxwell y a tomar como referencia ciertos fenómenos subatómicos para medir el tiempo (los periodos de la radiación del cesio 133). Esta es la manera en que se establece, mediante relojes atómicos, lo que se conoce como «Tiempo Atómico Internacional», que funciona con independencia de los fenómenos astronómicos. Y, al final, la propia definición del metro ha terminado dependiendo de una unidad temporal, el segundo, pues se define como: La longitud del trayecto recorrido por la luz en el vacío durante un intervalo de tiempo de 1/299792458 segundos.

AMPLIANDO LA ESCALA La historia de la evolución de las unidades es también la de cómo mejoró nuestra capacidad de medir y cómo fuimos ampliando la escala a ambos lados del espectro, de lo más pequeño y cercano a lo más grande y lejano.

En el ámbito astronómico, y al margen del Sistema Internacional de Unidades, el escritor alemán Otto Ule acuñó en 1851 el término **año luz** para referirse a la distancia que recorrería un rayo de luz durante ese tiempo. En 1913, el astrónomo inglés Frank Watson Dyson puso encima de la mesa la necesidad de tener unidades de medida

suficientemente grandes para determinar la distancia a la que estaban las estrellas y acuñó el término *astron*, pero tuvo más éxito la propuesta de su colega Herbert Hall Turner, que creó la palabra **pársec** como contracción de la expresión «paralaje de un segundo de arco», que equivale a 3,26 años luz. Como curiosidad, esta mezcla de tiempos y distancias origina con frecuencia algunas confusiones. La más conocida es la de la saga original de *Star Wars*, en la que Han Solo alardeaba de haber recorrido con el *Halcón Milenario* una región del espacio «en menos de 12 pársecs», como si fuera una unidad de tiempo.

El viaje hacia lo más pequeño también obligó a introducir nuevos prefijos en las unidades de medida. El **micrón**, nacido en 1879, sería redefinido más adelante y daría lugar al actual **micrómetro** o **micra**, que es la millonésima parte de un metro. Más tarde, a partir de 1947, se introdujo el prefijo *nano-* (del griego) para unidades aún más pequeñas, como el **nanómetro** (la milmillonésima parte de un metro). Para escalas todavía más pequeñas se recurrió a otros prefijos de distintos idiomas, como *pico-* (del italiano) y *femto-* (del danés), hasta llegar al *yocto-* (del latín), que representa una división del metro de 10^{-24}.

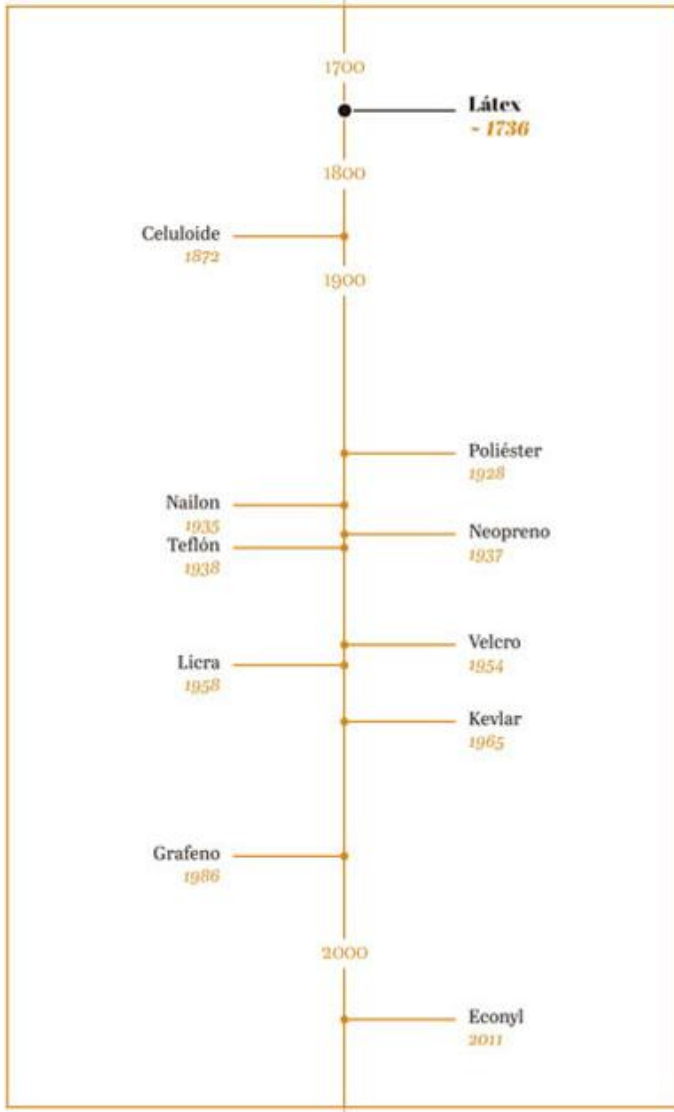
Estas subdivisiones también se aplican en la medición del tiempo, cuyas partes más pequeñas se miden en **nanosegundos** y **femtosegundos**, por ejemplo. En 1926 se acuñó la expresión **cronón** o «tiempo de Planck» para denominar al intervalo temporal más pequeño que puede ser medido.

La variedad de unidades de medida que se emplean en los diferentes ámbitos de la ciencia es tan enorme que nos llevaría muchas páginas describirla. Una parte importante de esta terminología rinde homenaje a los investigadores que fueron pioneros en su ámbito (el **hercio**, el **voltio**, el **sievert**, el **pascal** o el **tesla** son algunos ejemplos), mientras que otras palabras tienen orígenes de lo más variopinto. El **barn** (literalmente «granero», en inglés) es una unidad de superficie equivalente a un área pequeñísima de 10^{-28} m2, que es «el área de la sección transversal del núcleo de un átomo de uranio». Y se llama así porque sus creadores bromearon con la idea de que un área de aquel tamaño era tan grande como un «granero» a la hora de apuntar con los aceleradores de partículas.

También hay otras unidades muy específicas y desconocidas para el gran público, como el **sverdrup**, una medida de flujo que equivale a un millón de metros cúbicos por segundo y que se usa para medir el volumen de agua que transportan las corrientes oceánicas, o el **foe**, una unidad de energía que equivale a 10^{44} julios y que se utiliza para medir las enormes cantidades de energía que producen las supernovas. Existe una unidad, el **centimorgan**, que sirve para medir la distancia

genética entre posiciones cromosómicas, y otra, el **katal**, que mide la actividad catalítica responsable de la transformación de un mol de compuesto por segundo. Y hubo un tiempo en el que la velocidad de los primeros ordenadores se medía en **kilogirls** (que traducido literalmente sería «kilochicas»), debido a que, antes de que lo hicieran las máquinas, las que se encargaban del trabajo de calcular eran las mujeres, entonces conocidas como «computadoras».

Todo este inmenso tejido invisible sostiene buena parte del trabajo científico diario, que es posible gracias a la labor del personal de los centros de metrología que calibran los distintos aparatos. Por desgracia, aunque el sistema métrico decimal ha sido universalmente aceptado por la comunidad científica, de vez en cuando la falta de actualización a los estándares provoca malentendidos y graves problemas. El caso más conocido es el de la sonda *Mars Climate Orbiter*, que en 1999 quedó destruida al entrar en la atmósfera de Marte con un ángulo erróneo porque uno de los equipos había calculado las fuerzas de la trayectoria usando newtons y el otro había usado libras. También se han registrado varios accidentes de aviación por causas parecidas (como la confusión entre kilómetros y millas), y periódicamente se producen incidentes que nos recuerdan la importancia de ponerse de acuerdo en las medidas.


1700
Látex
~ 1736
1800
Celuloide
1872
1900
Poliéster
1928
Nailon
1935
Teflón
1938
Neopreno
1937
Velcro
1954
Licra
1958
Kevlar
1965
Grafeno
1986
2000
Econyl
2011

L de Látex

La historia humana es inseparable de la historia de los materiales. Desde la creación de las primeras hachas de sílex en el Paleolítico, nuestra especie ha ido dando un montón de pequeños pasos hasta llegar al desarrollo del hormigón, el acero y el cristal con los que hemos levantado las modernas ciudades. Pero hubo también una revolución de los materiales blandos, un cambio no menos decisivo que comenzó con una misteriosa leche que emanaba de los árboles y que llenó nuestro mundo de materiales elásticos que hoy nos resultan indispensables.

Este cambio se remonta a 1492, cuando los españoles llegaron a América y se encontraron con que las culturas que allí vivían aprovechaban las exudaciones viscosas de algunos árboles. En sus crónicas, los primeros exploradores explicaron que los nativos las usaban para fabricar unas pelotas elásticas con las que practicaban un curioso juego. Asimismo, expresaron su asombro ante aquel material, que se caracterizaba por su increíble capacidad de rebotar y al que llamaron **hule** (una variación de su nombre en lengua náhuatl, *olli*).

«Y con una goma que llaman *ulli*, que sale de un árbol que se cría en tierra callente, al cual punzándolo salen unas gotas blancas, y después se torna como pez negra, de que hacen las pelotas con que juegan, que saltan seis veces más que las nuestras de viento y no paran de bullir saltando», escribió Bartolomé de las Casas. «Solo soltalla de la mano en tierra, suben mucho más para arriba, e dan un salto, e otro e otro, y muchos», relató Gonzalo Fernández de Oviedo, mientras que Pedro Mártir de Anglería aludía a aquel «hechizo» que hacía saltar las pelotas «hasta las estrellas».

Estos materiales elásticos que usaban los nativos fueron redescubiertos por otros europeos al llegar al «nuevo continente». En su viaje para medir el meridiano, Charles-Marie de La Condamine envió a la Academia de Ciencias de París unas muestras del material recogidas en Ecuador. En ella hablaba de una sustancia resinosa e impermeable que se llamaba «cahutchu».

A partir de aquel término, que en las lenguas nativas significaba algo así como «lágrimas de árbol» y que pasó al francés como «*caoutchouc*», se creó la palabra **caucho** para designar a aquella goma tan útil que se formaba cuando se secaba la resina. En el mismo informe de 1736 remitido a la Academia, tanto La Condamine como el botánico François Fresneau se referían a la savia de aquellos árboles como *suc laiteux* («jugo lechoso» en francés), una expresión que

finalmente derivó en la palabra **látex** (del latín *laticis*, «líquido», «licor»), aunque este vocablo tardó en asentarse en otras lenguas: no apareció en inglés hasta 1832, y en español se registró en 1895 por primera vez en el *Diccionario enciclopédico de la lengua castellana* de Elías Zerolo, definido como «jugo propio de muchos vegetales».

La fiebre del caucho

Aunque aquel curioso material tuvo al principio un valor anecdótico, poco a poco se le fueron encontrando nuevos usos. En 1770, por ejemplo, un óptico y fabricante de instrumentos inglés llamado Edward Nairne observó su capacidad para eliminar las marcas de lápiz del papel y comercializó las primeras **gomas de borrar** de la historia bajo el nombre de Indian Rubber (goma india, por las «Indias», América). Por aquella época, el caucho también se utilizó para fabricar prendas de ropa impermeables, pero fue unas décadas más tarde cuando se produjo un hecho decisivo. En 1839, un empresario autodidacta de Estados Unidos llamado Charles Goodyear descubrió por accidente que, al mezclar el caucho con azufre, obtenía un material más resistente. Goodyear patentó aquel proceso, al que llamó **vulcanización** por el dios romano Vulcano.

Tratado de esta manera, el caucho resultaba el material ideal para muchas aplicaciones industriales, como la fabricación de amortiguadores, aislantes y otras piezas de maquinaria. Solo unas décadas después, en 1888, un inventor escocés llamado John Boyd Dunlop utilizó aquel caucho vulcanizado para desarrollar el primer neumático con cámara de aire para el triciclo de su hijo, y aquello disparó el interés por el caucho.* De pronto, aquel jugo salido de los árboles se hizo imprescindible para las ruedas de los nuevos automóviles, bicicletas y otros vehículos de nueva creación, hasta convertirse en un elemento estratégico que más tarde resultaría clave durante las dos guerras mundiales.

A raíz de estos descubrimientos, las potencias europeas comenzaron un periodo de explotación de personas y territorios que, cuando afectó a la región amazónica, se denominó «fiebre del caucho», aunque se extendió hasta bien entrado el siglo XX a África y Asia, donde se obtenía el látex de otras especies de árboles. Una vez reconocida la utilidad de aquel material elástico, las metrópolis trataron de conseguir a toda costa aquel recurso de sus colonias, al tiempo que los químicos intentaban hallar una forma de producir caucho sintético en el laboratorio. Pero antes necesitaban comprender de qué estaba hecho.

Moléculas gigantes

Aquellos materiales que podían deformarse intrigaron a los químicos desde el principio, que los examinaron con detalle para entender su estructura. En 1833, el sueco Jöns Jacob Berzelius bautizó como **polímeros** a las sustancias que se presentaban en múltiplos de una misma fórmula molecular (como el etileno C_2H_4 y el butileno C_4H_8, que son múltiplos de la unidad CH_2), pero aquella expresión cobró un nuevo significado a principios del siglo XX, cuando el químico alemán Hermann Staudinger se dio cuenta de que los compuestos como el caucho, la celulosa o el almidón eran fruto de la unión de muchos compuestos de bajo peso molecular (**monómeros**) y que sus moléculas se organizaban en largas cadenas. En 1922, Staudinger acuñó el término **macromoléculas** para definir lo que hoy conocemos también como polímeros.

> Para aquellas partículas coloidales en las que la molécula es idéntica a la partícula primaria y en el que los átomos individuales de la partícula coloidal están enlazados juntos por valencias normales, proponemos el término «macromoléculas».

Aquel avance permitió entender en qué consistía exactamente la vulcanización: al calentar juntos el caucho y el azufre, este último se introducía entre las largas cadenas del primero formando puentes y cambiando las propiedades mecánicas del material. Como curiosidad, estudios arqueológicos posteriores mostraron que, con aquel proceso hallado accidentalmente, Goodyear estaba reproduciendo algo que ya habían hecho los antiguos olmecas y otros pueblos de Mesoamérica, los cuales, para fabricar sus pelotas, añadían al caucho lianas que contenían azufre y producían así aquella mezcla saltarina y resistente.

De bolas y elefantes

Antes de comprender del todo en qué consistían las largas cadenas de los polímeros, se había experimentado con diversas sustancias que daban lugar a nuevos materiales con los que aún no se sabía muy bien qué hacer. En 1846, el químico germanosuizo Christian Schönbein derramó sin querer una mezcla de ácido sulfúrico y ácido nítrico sobre un delantal y obtuvo un material explosivo que denominó **nitrocelulosa** (véase «T de Trinitita»). Poco después, el poeta y químico francés Louis Ménard se dio cuenta de que, al combinar nitrocelulosa con éter y alcohol, cuando la mezcla se secaba se obtenía un film elástico, dúctil e impermeable al que llamó **colodión** (del griego *kollōdēs*, «pegajoso») y al que hoy podríamos considerar el primer polímero manufacturado.

Más tarde, en 1856, un inventor inglés llamado Alexander Parkes trató la celulosa con ácido nítrico y disolvente y obtuvo un nuevo material, al que bautizó como **parkesina**, que iba a abrir todo un

nuevo campo en la historia de los materiales ya que, a diferencia de lo que ocurría con el caucho, que una vez vulcanizado no podía calentarse y moldearse en una forma diferente, con la parkesina sí era posible. Se convirtió así en el primer ejemplo de polímero termoplástico o lo que hoy conocemos más popularmente como **plásticos**, para diferenciarlos de materiales como el caucho vulcanizado, a los que llamamos polímeros **termoestables**.

En aquel momento se produjo, además, una situación que ponía de manifiesto la necesidad de nuevas materias primas en un mundo en el que el consumo ganaba cada vez más importancia: el uso intensivo del marfil en la fabricación de diferentes objetos había diezmado las poblaciones de elefantes y se necesitaba un sustituto. Por eso, en 1863, la empresa Phelan and Collender puso un anuncio en el *New York Times* en el que ofrecía un premio de diez mil dólares a quien aportara un material alternativo para fabricar bolas de billar.

Con la proliferación de estos primeros materiales dúctiles derivados de la celulosa, el inventor John Wesley Hyatt y su hermano —que conocían los resultados de Ménard y Parkes— comenzaron a buscar una alternativa al marfil. Pero aquellas primeras bolas estaban hechas de un material potencialmente explosivo, y los impactos producían a veces un estruendo que sobresaltaba a los clientes. Como destaca el químico Mark Miodownik, el propietario de un bar escribió una carta en la que aseguraba que «cada vez que chocaban las bolas, todos los clientes sacaban la pistola», una situación muy peligrosa en la agitada sociedad norteamericana de aquellos años.*

En 1872, Hyatt solucionó el problema de la inestabilidad del material cubriéndolo con una pequeña cantidad de alcanfor y patentó aquella mezcla de nitrocelulosa con el nombre de **celuloide**. Aunque aquella patente le causó problemas legales (un juicio con el creador de la **xinolita**, un material parecido), Hyatt prosperó con su empresa, y otros empezaron a utilizar aquel plástico más flexible y manejable para producir desde peines a cuellos de camisa y finalmente películas fotográficas, que a la larga posibilitaron la industria del cine.

La edad de los plásticos

Con el arranque del siglo se produjo una edad de oro de los nuevos materiales. El primer polímero barato, no inflamable y versátil fue creado en 1907 por el químico belga Leo Baekeland, quien lo llamó **baquelita**. Aquel material disparó el uso de polímeros en la industria y se utilizó para la fabricación masiva de varios objetos, desde mangos de paraguas a componentes de las radios o pipas de fumar. Pronto le siguieron el **poliestireno** (1911) y el policloruro de vinilo o **PVC** (1912). Pero la mayor proliferación de inventos en la historia de los

materiales fue consecuencia de una afortunada suma de circunstancias en la década de 1920. La más relevante es que la empresa DuPont, fundada a principios del siglo XIX como fabricante de explosivos, abrió dos laboratorios pioneros para investigar en ciencia básica y puso al frente al genial químico Wallace Carothers, cuya capacidad para crear nuevos materiales asombró al mundo.

El primer resultado significativo llegó en 1930, cuando Carothers y su equipo obtuvieron el **policloropeno**, el primer caucho sintético de la historia, que en 1937 rebautizaron como **neopreno**. Pero fue en 1935, mientras trabajaban con **poliésteres** y **poliamidas**, cuando se produjo el gran salto: su laboratorio creó un nuevo material que estaba destinado a sustituir a la seda y al que llamaron **nylon**, hoy castellanizado como **nailon**. Aquel nombre surgió de la intención inicial de nombrarlo como *no-run*, algo así como «material anticarreras», pues su intención era fabricar medias para mujeres más baratas y resistentes. Y su objetivo se cumplió con creces en 1940, cuando las pusieron a la venta: se vendieron cuatro millones de pares de medias en solo cuatro días, y su impacto fue tal que se produjo una nueva fiebre por los materiales sintéticos.

En los años siguientes, el nailon fue decisivo para la fabricación de paracaídas en la segunda guerra mundial y también se utilizó para objetos de la vida cotidiana como cepillos de dientes, cuerdas de guitarra o redes de pesca. Al mismo tiempo, la compañía DuPont lanzó al mercado toda una serie de nuevos materiales, con tanto éxito que sus nombres comerciales se han incorporado a nuestro vocabulario. Al nailon y al poliéster le siguieron la **licra**, el **plexiglás**, el **teflón** o el **kevlar**, por mencionar algunos.

Los trajes del futuro

En 1941, solo un año después de la fiebre por las medias de nailon, un ingeniero eléctrico llamado George de Mestral paseaba con su perro por los Alpes cuando tuvo una idea que revolucionó la moda e hizo soñar a toda una generación con el futuro. Aquel día, el suizo se percató de que, en sus botas y calcetines, así como en el pelaje de su perro, se quedaban pegadas decenas de pequeñas semillas de una planta llamada bardana (*Arctium lappa*). Al examinarlas al microscopio y ver que contenían centenares de pequeños ganchos que se pegaban al tejido, se propuso replicar aquel sistema y buscarle una aplicación práctica. Tras probar infructuosamente con el algodón, se dio cuenta de que la mejor alternativa eran aquellos nuevos materiales sintéticos y, en concreto, el nailon.

Después de diez años de ensayos y errores, logró fabricar un tejido compuesto de miles de diminutos ganchos de nailon que

patentó en 1954 con el nombre de **Velcro** (una combinación de las palabras francesas *velours*, «terciopelo», y *crochet*, «gancho»). Aunque el éxito no fue inmediato, acabó triunfando a partir de 1958, cuando una periodista llamada Sylvia Porter escribió un artículo en el que elogiaba aquel invento como «la cremallera sin cremallera». «El nuevo sistema de cierre —decía— es en muchos sentidos potencialmente más revolucionario de lo que lo fue la cremallera hace un cuarto de siglo.»

En los años siguientes, al inicio de una década en que la carrera espacial y los sueños futuristas se convirtieron en el día a día de la cultura pop, el velcro sustituyó a botones y cremalleras en la moda de los diseñadores más atrevidos y en la vestimenta de bomberos, buceadores y deportistas. En 1969, cuando Neil Armstrong descendió por la escalerilla y se convirtió en el primer ser humano en pisar la Luna, su traje y sus botas estaban equipados con cierres de velcro. El traje también estaba compuesto de varias capas de tejidos superpuestos, la mayoría de ellos de látex. Todo un viaje para aquel material descubierto cinco siglos atrás en la «leche» de los árboles.

Contrapunto ambiental

Varias décadas después, el velcro, que tan útil había resultado para el espacio, se convirtió en una pequeña amenaza ambiental en entornos como la Antártida, donde el transporte de semillas invasoras pegadas a las botas y al equipo de los investigadores es una fuente de contaminación habitual. De la misma manera, los plásticos que se idearon para no esquilmar los recursos naturales mostraron tener un reverso negativo, debido a su omnipresencia y sobreproducción.

Hoy vivimos rodeados de materiales tan familiares como el **polietileno** de los Tupperware, el **PET** de las botellas de agua, el **poliestireno expandido** de los embalajes (conocido popularmente como «porexpán», «poliespán» o «corcho blanco»). No hay actividad humana en la que los materiales plásticos y los polímeros no se hayan convertido en imprescindibles, no solo en los envases de nuestros alimentos, sino en materiales como las jeringuillas, en nuestra ropa, en nuestros edificios, en nuestra maquinaria y en nuestros medios de explotación agrícola o de transporte. Esta indudable utilidad tiene como contrapunto la sobreabundancia de plástico, cuya larga duración afecta muy negativamente a la vida de los océanos y a la salud de los ecosistemas.

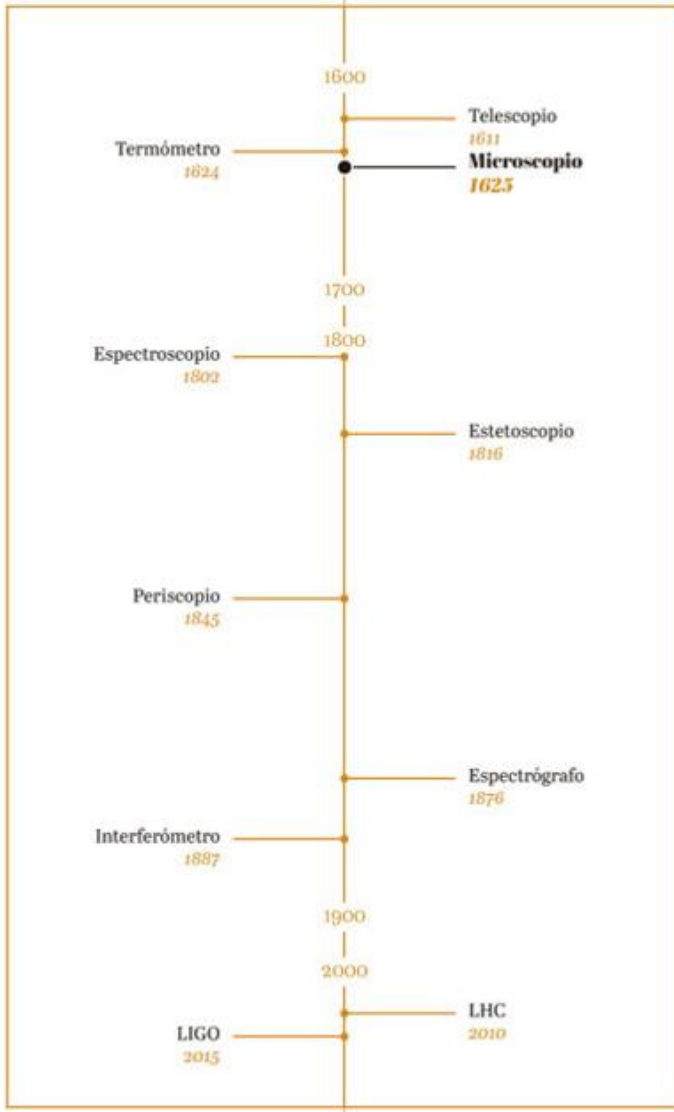
Por eso se han puesto en marcha numerosas iniciativas, surgidas de la propia industria y de distintas instituciones científicas, para conseguir materiales plásticos biodegradables y para reciclar los materiales que ya se han fabricado. Como ejemplo, desde hace años se investiga con bioplásticos producidos por algunos microorganismos,

como el **polihidroxibutirato** (PHB) y, en 2011, una empresa lanzó un producto creado a partir del nailon recogido de los océanos —sobre todo de las redes de pesca— al que llamó **Econyl**.

Epílogo de carbono

Una de las formas de fabricar polímeros más resistentes es combinarlos con materiales como la fibra de carbono, que experimentó un gran desarrollo a partir de 1958 y que se utiliza de diferentes formas para crear compuestos o **composites**, de utilidad en distintos tipos de industrias, entre ellas la automovilística y la aeroespacial. El más prometedor de los nanomateriales basados en carbono es el **grafeno**, bautizado así en 1986 por el químico alemán Hanns-Peter Boehm. Este material, que consta de una lámina de carbono de un átomo de grosor, es doscientas veces más resistente que el acero y cinco veces más ligero que el aluminio, y tiene una capacidad para conducir la electricidad muy superior a la del cobre.

El nuevo término se creó a partir de la palabra **grafito**, que es la forma más común de organización estructural del carbono (con ella se fabrican las minas de los lápices desde hace más de un siglo). Y fue precisamente aplicando de forma sistemática y meticulosa cinta adhesiva sobre el grafito como Kostia Novoselov y Andre Geim consiguieron obtener por primera vez, en 2004, una lámina de carbono con un espesor de un átomo, algo que se consideraba imposible y con lo que abrieron un camino de aplicaciones prácticas que les valió la obtención del premio Nobel de Física en 2010.


1600
Telescopio
1611
Termómetro
1624
Microscopio
1625
1700
1800
Espectroscopio
1802
Estetoscopio
1816
Periscopio
1845
Espectrógrafo
1876
Interferómetro
1887
1900
2000
LHC
2010
LIGO
2015

M de Microscopio

¿Cuáles fueron los primeros instrumentos de observación y medición de la historia humana? La pregunta no tiene una respuesta fácil, pero es probable que todo empezara con el seguimiento de los astros en el cielo nocturno y con los intentos de calcular el paso del tiempo o los cambios de estación. Hace alrededor de 43.000 años, un grupo de *Homo sapiens* que habitaba en las actuales montañas de Lebombo, en el sur de África, realizó una serie de 29 muescas paralelas en el hueso de un mandril, y hoy se cree que aquellos «palos de conteo», que servían probablemente para seguir los ciclos lunares, fueron las primeras herramientas de medición.

Más adelante, se levantaron construcciones megalíticas que funcionaban como calendarios estelares, y las primeras civilizaciones convirtieron el seguimiento de los astros en un elemento central de sus culturas. Ya durante la Grecia helenística se fabricaron instrumentos tan útiles como el **astrolabio**, la **esfera armilar** o la **dioptra**, que permitieron fijar la posición de las estrellas y generar los primeros catálogos para el estudio del cielo. Sin embargo, durante muchos siglos la observación del firmamento y del resto de los fenómenos naturales se siguió realizando «a ojo desnudo», hasta que, a principios del siglo XVII, con la creación de nuevas lentes, se produjo un cambio trascendental que modificó nuestra forma de mirar. Esas nuevas lentes, que permitían ver una realidad hasta entonces inaccesible, supusieron un formidable paso adelante en nuestra capacidad de conocer el universo.

La carrera de hallazgos e innovaciones obligó a los científicos a generar un nuevo léxico sobre la marcha, no solo para designar los instrumentos recién creados, sino también para nombrar los nuevos espacios de trabajo en los que ahora desarrollaban su labor. Nacieron así los observatorios y laboratorios modernos, junto con muchos de los elementos que hoy asociamos al estereotipo del científico. Aquellos aparatos y sus nombres surgieron en mitad de una gran revolución.

Ojos para ver el cosmos

La invención del telescopio y del microscopio es uno de esos casos en los que casi está más claro quién creó la palabra para designarlos que quién desarrolló los inventos. Existe todavía un intenso debate sobre si el primero en fabricar aquellas lentes fue el alemán Hans Lippershey, el neerlandés Zacharias Janssen o un tercero en discusión. Lo que sí

sabemos con seguridad es que esos instrumentos no nacieron con sus actuales nombres y que tuvieron su origen en un día muy concreto de 1611, durante una cena en Roma en honor de Galileo. Veamos cómo sucedió.

No sabemos con certeza cuándo se creó el primer telescopio, pero todo parece confluir en torno al año 1608. La noticia de que había un nuevo aparato que permitía ver mejor gracias a la disposición de las lentes corrió como la pólvora, y solo un año después, en 1609, Galileo construyó su propio dispositivo para observar el cielo. Dos años más tarde, en 1611, Johannes Kepler construyó el suyo. A partir de aquel momento, lo que ambos vieron al mirar las estrellas contradecía lo que habían afirmado los seguidores de Aristóteles durante siglos, así que sus descubrimientos se toparon con una gran oposición. «Usted es la primera y casi la única persona que (...) ha dado pleno crédito a mis declaraciones»", escribió Galileo por carta a su colega Kepler en agosto de 1610, en la que también se quejaba de que otros filósofos de su época no se habían dignado a mirar a través del nuevo instrumento.

Aquel mismo año, en su obra *Sidereus Nuncius* (El mensaje de las estrellas), Galileo se refería a la lente de 20 aumentos —con la que había observado por primera vez las lunas de Júpiter— con los términos *organum* e *instrumentum*, pero sobre todo con las dos palabras en latín que designaban a las lentes en general: *specillum* y *perspicillum* (que significa literalmente «transparente»). Para establecer una distinción clara entre este nuevo sistema de observación y las lentes que utilizaban el resto de los mortales, Kepler le propuso la denominación *perspicillum duplicatum*, algo así como «lente duplicada».* Cuando se refería por carta a aquella invención, Galileo utilizaba el toscano en lugar del latín y usaba el término *occhiale* (que todavía hoy significa «anteojos» en italiano) o *vetro* (en referencia al «vidrio» de la lente) para designar a aquel instrumento que en algunos lugares se empezaba a conocer también como «cristal de perspectiva holandés».

Una cena entre «linces»

En estos términos se movía el debate terminológico cuando, el 14 de abril de 1611, se organizó una cena en honor a Galileo y sus descubrimientos, un banquete auspiciado por Federico Cesi, fundador y presidente de la Academia de los Linces (*Academia dei Lincei*), a la que pertenecía el homenajeado y cuyo nombre ya nos sugiere la importancia que tenía en la época tener buena «vista». En aquella celebración estaba presente el naturalista alemán Johannes Faber, quien más tarde relató: Antes de la cena, vimos algunas imágenes de los cielos y de la Tierra y mantuvimos discusiones filosóficas. Mientras

se utilizaba el instrumento, Cesi repitió el nombre de «telescopio» varias veces. Agradó tanto a todo el mundo y fue tan bien recibido que, a partir de entonces, se extendió por la ciudad y por el mundo.

Quizá por este texto, durante mucho tiempo se atribuyó a Cesi la creación de la palabra **telescopio** —del griego *têle* (lejos) y *skopéo* (mirar, observar)— hasta que, en 1947, el historiador estadounidense Edward Rosen publicó una detallada investigación en su libro *The naming of the Telescope* (El nombramiento del telescopio) en la que llegó a la conclusión de que el término fue inventado originalmente por otro de los asistentes a la cena de los «linces», el matemático Giovanni Demisiani, amigo de Galileo. Entre otras muchas pruebas, Rosen cita una frase extraída de un libro de la época, donde se mencionaba que a su «mente ingeniosa debemos el nuevo nombre de *telescopio*, otorgado más apropiadamente que el de *perspicillum*».

Tras el consenso social nacido en aquella famosa cena, el término «telescopio» dejó fuera de la carrera a otras palabras como **celiscopio** o **helioscopio** propuestas por Cesi, e incluso el propio Galileo lo empleó por escrito en una de sus cartas en 1612. El impacto de los hallazgos realizados con aquel nuevo instrumento de observación fue tal que fijó el camino que seguiría la terminología utilizada a partir de aquel momento para nombrar otros instrumentos de observación, que en adelante llevarían con frecuencia el sufijo -scopio.

«Ojos pequeños»

Mientras el telescopio ganaba popularidad entre los astrónomos, las lentes para ver cosas pequeñas seguían su propio camino. Galileo construyó uno de aquellos aparatos de forma independiente, al modificar uno de sus telescopios y combinar una lente cóncava con una lente convexa. Se trataba de un instrumento bastante rudimentario, al que apenas prestó atención y al que bautizó como *occhiolino* (en toscano, «ojo pequeño»).

Los ecos de la famosa cena de los «linces» seguían resonando en 1625, cuando Johannes Faber (quien, recordemos, estaba presente en el banquete) escribió una carta a Cesi en la que le informaba de algunos nuevos instrumentos fabricados por Galileo y le decía: También menciono este nuevo ocular [*occhiale*] para mirar cosas pequeñas y al que yo llamo *microscopio*.

Faber acababa de acuñar la palabra **microscopio** y abría la puerta a un aluvión de instrumentos que seguirían formalmente aquella misma línea.

En las décadas siguientes, y sobre todo a partir del siglo XIX, se inventaron nuevos aparatos de observación que siguieron aquel patrón

de nomenclatura. Algunos ejemplos son el **electroscopio**, creado en 1747 por el francés Jean Antoine Nollet; el exitoso **caleidoscopio**, inventado por el británico David Brewster en 1814 para jugar con la reflexión de la luz; el **estetoscopio**, ideado por el médico René Laënnec en 1816 para auscultar a sus pacientes; el **periscopio**, cuya primera versión fue patentada por la inventora estadounidense Sarah Mather en 1845 como un instrumento para ver bajo el agua y el **oftalmoscopio**, ideado por el alemán Hermann von Helmholtz en 1851 para examinar el interior del ojo.

Paralelamente, muchos otros instrumentos de medición fueron bautizados con el sufijo -metro —que recalcaba su utilidad para establecer medidas precisas— o con el sufijo -grafo, que destacaba su capacidad para registrar datos.

El nacimiento del laboratorio

Además de la creación de nuevos instrumentos, la aparición de la actividad científica trajo consigo un cambio en los espacios de trabajo. Aunque no se conoce el momento exacto en que empezó a utilizarse la palabra *laboratorium*, que significa lugar de trabajo (*labor*) en latín, su uso empezó a extenderse a finales del siglo XVI. Uno de los usos más antiguos de los que se tiene constancia es el que hizo el astrónomo Tycho Brahe en su famoso Uraniborg, el castillo-observatorio financiado por el rey Federico II de Dinamarca en el que trabajó entre 1576 y 1580.

En aquellas décadas anteriores a la invención del telescopio, Brahe disponía de un gran observatorio en el que seguía los movimientos de los astros mediante cuadrantes y otros instrumentos que permitían fijar sus posiciones a ojo desnudo. El astrónomo danés se hizo construir una habitación especial en aquel complejo, con forma circular, situada en el sótano del edificio y provista de varios hornos, una estancia a la que se refirió como *laboratorium* y que reservaba para sus trabajos de alquimia. «Desde mi juventud me ha interesado esta materia, no menos que la astronomía», aseguró en uno de sus escritos, aunque no hay constancia de que avanzara nada en este terreno más allá de la elaboración de algunos remedios caseros. Solo unos años más tarde, en 1606, el alquimista Andreas Libavius describió en uno de sus libros el modelo de «Casa química», un espacio que, como alternativa al laboratorio de Brahe, pretendía ser más abierto a la sociedad.*

Hasta entonces, aquella actividad protocientífica se practicaba en espacios como los teatros anatómicos, los gabinetes de curiosidades, los jardines botánicos y los observatorios. A juicio del historiador escocés Owen Hannaway, a través de aquella discusión protagonizada

por Brahe y Libavius se estaba definiendo un nuevo espacio con la función específica de practicar la ciencia, de modo que esta dejaba de ser simplemente un tipo de conocimiento para convertirse en una actividad y un proceso; ya no solo se investigaba el saber del pasado a través de los libros, sino que se buscaba activamente el descubrimiento.

De esta forma, y progresivamente, los observatorios que antes solo contenían cuadrantes se fueron llenando de telescopios, y los laboratorios se llenaron de instrumentos como los microscopios y toda una serie de nuevos aparatos a los que hubo que poner nombre. Hacia 1820, por ejemplo, el químico Jöns Jacob Berzelius (experto en el manejo de los instrumentos de cristal) creó los primeros **tubos de ensayo**, y en esa misma década, el inglés John Joseph Griffin fabricó los primeros **vasos de precipitado**. En 1845, el francés Étienne Ossian Henry creó las primeras **buretas** y, en 1860, el alemán Emil Erlenmeyer creó el famoso **matraz** de forma cónica que lleva su nombre. Muchos avances se llevaron a cabo en los laboratorios de microbiología, como la **pipeta de Pasteur**, que permitía transferir muestras, o la famosa **placa de Petri**, inventada en el laboratorio de Robert Koch para perfeccionar la técnica de los cultivos.

Justo en el mismo periodo, entre 1887 y 1893, el físico alemán Ernst Abbe y el óptico Carl Zeiss se asociaron para mejorar las lentes de los microscopios, y ambos colaboraron con Otto Schott, quien inventó un material que sería definitivo para el avance de la ciencia de laboratorio: el **vidrio borosilicatado**. Este nuevo vidrio, combinado con el **mechero Bunsen**, supuso un enorme avance práctico para quienes realizaban experimentos, pues era mucho más resistente a las variaciones térmicas que el vidrio normal (y también tenía interesantes propiedades ópticas). En cuanto al mechero Bunsen, que generaba una llama estable con muy poco hollín, fue inventado en 1857 por el alemán Robert Bunsen, mientras trabajaba con Gustav Kirchhoff en la Universidad de Heidelberg en un proyecto aún más ambicioso e interesante. Un proyecto que permitiría unir de manera insospechada los mundos de la astronomía y la química, tan aparentemente separados en los tiempos de Tycho Brahe.

Atrapar los espectros

Las mejoras que experimentaron los instrumentos de observación desde su creación en el siglo XVII en adelante se debieron básicamente a la comprensión de la naturaleza de la luz y al desarrollo de nuevos medios para detectar lo invisible. En 1704, en su famoso libro *Opticks*, Isaac Newton tomó la palabra **espectro** (del latín *spectrum*, «imagen», «aparición») y la utilizó para referirse a los rayos de diferentes colores

que se proyectaban al descomponerse la luz blanca que pasaba por un prisma. En las décadas siguientes, otros científicos que seguían la estela de Newton descubrieron dos hechos muy interesantes: que existían otras formas de luz que quedaban fuera del **espectro visible** (Véase «U de Ultravioleta») y que, al observar algunos objetos brillantes, el espectro aparecía interrumpido por unas líneas negras que no tenían explicación aparente.

Científicos como William Wollaston y Joseph von Fraunhofer empezaron a observar y a catalogar aquellas líneas, pero fueron Kirchhoff y Bunsen los que comprendieron por primera vez su naturaleza. Mediante una serie de experimentos en los que colocaban diferentes elementos químicos sobre la llama del mechero de gas y observaban el comportamiento de la luz que emitían a través de un prisma, descubrieron que cada elemento químico presentaba un patrón de líneas único (líneas de absorción o de emisión que se producen al interaccionar la luz con los átomos) y utilizaron aquella técnica para identificar elementos nuevos como el cesio y el rubidio.

Nació así la técnica de la **espectroscopia** (nombrada una vez más con el sufijo -scopio, a rebufo de la cena del telescopio), que ampliaba la capacidad de explorar el universo y que permitía por primera vez dar respuesta a una pregunta que durante siglos había parecido imposible de responder: ¿de qué están hechas las estrellas? El gran pionero en este campo fue el fotógrafo inglés y astrónomo aficionado Henry Draper, quien, en 1872, fue el primero en captar el espectro de una estrella distinta del Sol (Vega). Para ello, inventó una técnica que bautizó como **espectrografía**, que en los años siguientes multiplicó el conocimiento que teníamos sobre el universo.

Ojos para ver más allá

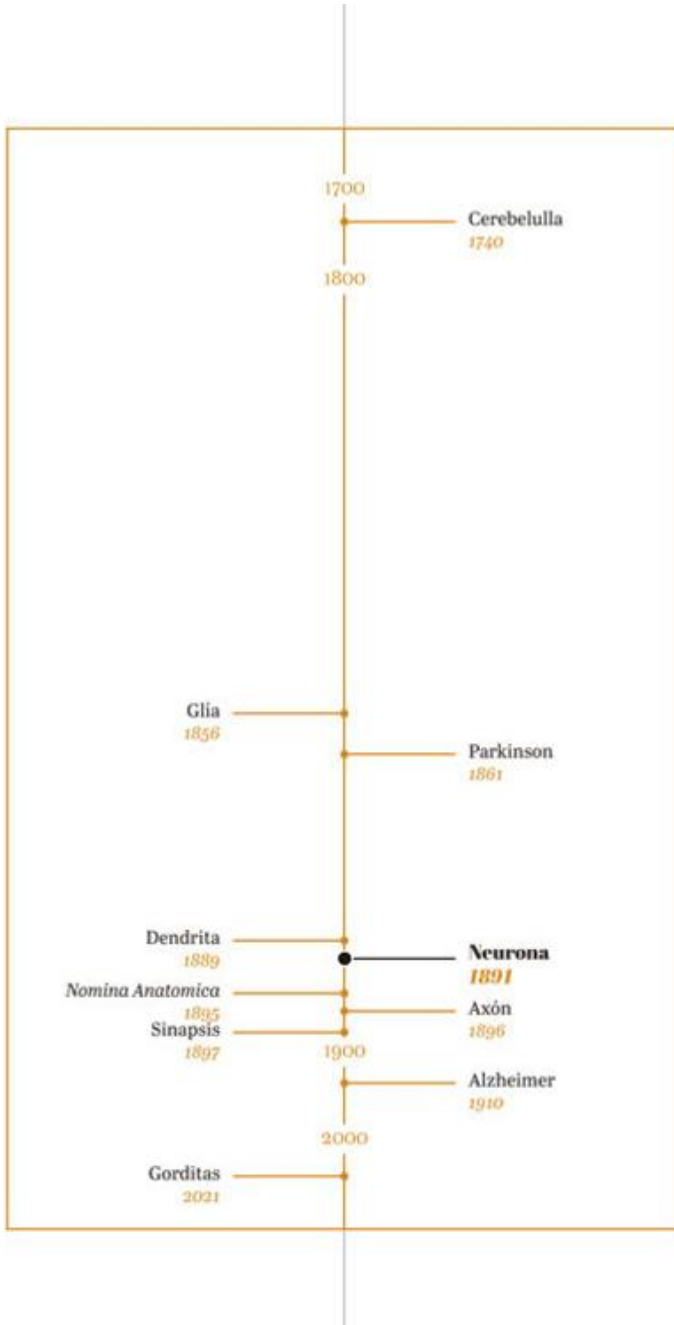
Volviendo a viajar hacia lo más pequeño, el descubrimiento de nuevas formas de luz daría lugar a la aplicación de un creciente repertorio de técnicas novedosas —como la **cristalografía de rayos X**, la **cromatografía** o la **espectrometría de masas**— que permitieron conocer la estructura de moléculas y átomos. Asimismo, se desarrolló una amplia gama de microscopios capaces de llegar donde la luz visible no llega, como los microscopios electrónicos de barrido (SEM, por sus siglas en inglés) o los de transmisión (TEM), por citar solo dos técnicas. Para adentrarse en los secretos más íntimos de la materia, a niveles subatómicos, los físicos tuvieron que aguzar aún más el ingenio y crear sistemas de medición indirecta desde la **cámara de niebla** hasta el **Gran Colisionador de Hadrones** (LHC, por sus siglas en inglés).

Los telescopios también han ido ampliando de forma imparable su

capacidad de observar más allá del espectro visible, con la creación de los radiotelescopios o los telescopios de infrarrojo, ultravioleta o rayos X. Algunos de ellos llegaron al espacio, donde instrumentos como el Hubble (HST) o el James Webb (JWST) nos están proporcionando las mejores observaciones del universo profundo obtenidas hasta ahora. Y en el futuro va a haber instrumentos aún más potentes.

Para atisbar otros fenómenos invisibles y masivos, que implican la deformación del espaciotiempo, hubo que aplicar la lógica que habían usado Albert Michelson y Edward Morley en 1887 al fabricar el primer **interferómetro**, un aparato que utiliza la luz (u otras ondas electromagnéticas) como una especie de tela de araña y que aprovecha las perturbaciones que se producen en ella para ver más allá. Mediante esta estrategia se construyeron en Estados Unidos instrumentos como el **LIGO** (Observatorio de Ondas Gravitacionales por Interferometría Láser), que a partir de 2015 detectó las primeras **ondas gravitacionales** predichas por Albert Einstein. El 26 de diciembre de aquel año, este instrumento —consistente en un tubo en forma de L en el que cada brazo tiene 4 kilómetros de longitud y por el que circula un láser que rebota en un sistema de espejos— detectó una variación en el haz de luz equivalente a la diezmilésima parte del radio de un protón o, lo que es lo mismo, de 0,0000000000000000001 metros. Los científicos calcularon que aquella ligera sacudida era el resultado de una deformación del espaciotiempo producida por dos agujeros negros bailando en la oscuridad a 1.300 millones de años luz de nosotros.

Imposible no pensar en aquellos primeros hombres y mujeres que hacían muescas en el hueso de un mono hace 40.000 años y en la distancia recorrida por el ser humano hasta ser capaz de tender semejante telaraña de luz en la oscuridad.


1700
Cerebelulla
1740
1800
Glia
1856
Parkinson
1861
Dendrita
1889
Neurona
1891
Nomina Anatomica
1895
Axón
1896
Sinapsis
1897
1900
Alzheimer
1910
2000
Gorditas
2021

N de Neurona

Aunque había sido examinado por anatomistas y fisiólogos desde la Antigüedad, en el año 1850 el cerebro era todavía una gran «caja negra». Un siglo antes, el físico sueco Emmanuel Swedenborg había definido como ***cerebelulla*** (pequeños cerebros) a las unidades funcionales más pequeñas del encéfalo y había deducido que transmitían señales al resto del cuerpo mediante oscilaciones, pero el amasijo dentro del cerebro continuaba siendo un misterio. Tanto que, en 1858, el patólogo alemán Rudolf Virchow consideraba que aquel tejido era una pequeña excepción dentro del organismo y le atribuía unas conexiones especialmente complicadas. «Es muy probable que este tipo de células ganglionares tengan una estrecha relación con las funciones psíquicas —escribió—, pero en la actualidad no tenemos ninguna información precisa sobre este tema.»*

A partir de 1880, el médico y neurofisiólogo español Santiago Ramón y Cajal fue acumulando las herramientas y los conocimientos necesarios para adentrarse en la «selva impenetrable de la sustancia gris», como él mismo la llamó, y para catalogar aquella «constelación de incógnitas», en palabras de su amigo José de Letamendi. En los años siguientes, y gracias principalmente a las observaciones de Ramón y Cajal, se empezó a arrojar cierta luz sobre el «gran enigma de la organización del cerebro» y se produjo uno de los momentos más bellos y asombrosos de la historia de la neurociencia, cuando en menos de una década, entre 1888 y 1897, se fueron descubriendo y nombrando los principales componentes del sistema nervioso y su funcionamiento. El propio Ramón y Cajal describió aquel proceso con una belleza insuperable en *Recuerdos de mi vida*: El jardín de la neurología brinda al investigador espectáculos cautivadores y emociones artísticas incomparables. En él hallaron, al fin, mis instintos estéticos plena satisfacción. ¡Como el entomólogo a la caza de mariposas de vistosos matices, mi atención perseguía, en el vergel de la substancia gris, células de formas delicadas y elegantes, las misteriosas *mariposas del alma*, cuyo batir de alas quién sabe si esclarecerá algún día el secreto de la vida mental!

En aquella selva tan densa en la que «los troncos, ramas y hojas se tocaban por todas partes», Cajal y el grupo de fisiólogos alemanes que descubrieron y admiraron su trabajo empezaron a iluminar cada una de las piezas de nuestro cerebro como mariposas que se encendían en la oscuridad. Y la discusión sobre los nombres que debían tener cada

una de las estructuras que componían la mente humana fue un apasionante ejemplo del trabajo científico para etiquetar la realidad.

Una caja con tinciones

En la trepidante carrera de Ramón y Cajal hay dos momentos clave que lo convirtieron en un referente internacional y lo llevaron a obtener el premio Nobel de Medicina en el año 1906 junto a Camillo Golgi. El primer momento tuvo lugar en 1887, cuando el doctor Luis Simarro le mostró el método de tinción desarrollado por el italiano: a partir de ahí —y gracias a su habilidad técnica e intuición— el español le sacó todo el partido posible a aquel método y empezó a observar la estructura de las células nerviosas con una nitidez inédita hasta entonces. Fue así como se convenció de que cada célula nerviosa era un elemento autónomo e independiente, frente a lo que sostenía la teoría reticular defendida por Golgi y por otros científicos coetáneos, según los cuales el sistema nervioso estaba formado por un *continuum* en forma de red.

El segundo momento clave se produjo en el año 1889, cuando, provisto de su microscopio Zeiss y de sus preparaciones, Cajal asistió al congreso de la Sociedad Alemana de Anatomía que se celebraba en la Universidad de Berlín. «Reuní al efecto todos mis escasos ahorros, y me encaminé, lleno de esperanzas, a la capital del Imperio germánico», escribió en sus memorias. Una vez allí, sin saber el idioma y rodeado de los más insignes anatomistas de la época, Cajal encontró la manera de desplegar su colección de muestras para que sus colegas las examinaran y pudieran juzgar por sí mismos los hallazgos a partir de sus tinciones: Algunos histólogos me rodearon (...). Según era de presumir, estos sabios, entonces celebridades mundiales, iniciaron su examen con más escepticismo que curiosidad. Sin duda esperaban un fiasco. Mas cuando hubieron desfilado ante sus ojos, en cortejo de imágenes clarísimas e irreprochables, (...) los ceños se desfruncieron. Al fin, desvanecida la prevención hacia el modesto anatómico español, las felicitaciones estallaron calurosas y sinceras.

Aquellos eminentes biólogos, encabezados por Albert von Kölliker, quedaron maravillados con sus preparaciones y, a partir de aquel encuentro, modificaron su opinión sobre la teoría reticular. Era tal su interés, recordó después Cajal, que Kölliker aprendió algo de español para leer sus comunicaciones. Como dice el neurocientífico y divulgador José Ramón Alonso, «los preparados histológicos que Cajal llevaba en su caja contenían más información sobre la organización microscópica del sistema nervioso que todo lo que se había aprendido en los siglos anteriores».* A partir de aquel día, y con los más de treinta artículos publicados por Cajal entre 1888 y 1892, la

neurociencia cambió para siempre.

La doctrina neuronal

Solo dos años después de la visita de Cajal, uno de los anatomistas alemanes más importantes, Wilhelm von Waldeyer, que también había asistido a aquel encuentro, publicó un influyente artículo de revisión en defensa de la teoría que apoyaban los datos de Cajal en el que acuñó por primera vez el término **neurona**.

> El sistema nervioso consta de numerosas unidades nerviosas (*neuronas*) que no están anatómica ni genéticamente conectadas unas con otras.

Waldeyer tomó la palabra del término griego *nêuron*, que significa «tendón» o «nervio», y aunque este neologismo hoy nos parece de lo más natural, tardó un tiempo en ser aceptado por sus colegas. «El término *neurona* introdujo en el campo una considerable agitación etimológica —comentaba el especialista Gordon Shepherd en su revisión sobre el nacimiento de la teoría neuronal—. Se expresaron opiniones sobre todos los aspectos imaginables, desde su corrección gramatical hasta una variedad de términos y alternativas relacionados.»* Kölliker, por ejemplo, juzgó que la nueva palabra no designaba correctamente el concepto. «Me permito sustituirla por las palabras "pequeño árbol nervioso", "neurodendrita" o "*neurodendridien*"», escribió. Otro anatomista reputado, el húngaro Mihály von Lenhossék, también creía que el término «neurona» «significaría más un punto de reunión de muchos nervios que un solo elemento nervioso». Asimismo, Edward Schafer, durante un encuentro de la Sociedad Neurológica de Londres de 1893, apuntó que era «mejor y más simple» emplear el término «célula nerviosa».

Cajal reconoció en numerosas ocasiones que el creador del vocablo era Waldeyer. «Suya es la palabra neurona (unidad nerviosa) con que resumió la noción de la individualidad morfológica, fisiológica y genética del corpúsculo ganglionar defendida por [Wilhelm] His y nosotros», escribió en *Recuerdos de mi vida*. Pero se defendió ante los intentos de atribuir a Waldeyer la paternidad de la idea central. «El profesor Waldeyer, a quien gentes poco enteradas atribuyen la doctrina neuronal, que apoyó con el prestigio de su autoridad, no aportó ninguna observación personal, limitándose a exponer breve y brillantemente (1891) las pruebas objetivas aducidas por His, nosotros, Kölliker, Retzius y Van Gehuchten, e inventando la feliz expresión de neurona», dice Cajal en una nota al pie de su ensayo *¿Neuronismo o reticularismo?*, de 1933.

Aun así, al Nobel español le costó un tiempo adoptar el nuevo término, y durante unos años lo combinó con el de «célula nerviosa», al que estaba más acostumbrado. «Las células nerviosas son entidades

morfológicas, neuronas, por usar la palabra creada por la autoridad del profesor Waldeyer», aseguró en 1894, en una conferencia *crooniana* (*Croonian Lecture*)* ante la Royal Society de Londres. Y no fue la única palabra que tuvo que acostumbrarse a usar. Durante un tiempo siguió utilizando expresiones como «prolongación protoplasmática» o «cilindro axial», para las que sus colegas ya habían creado una nueva terminología.

Mariposas «conectadas»

La lluvia de términos se inició en 1889, el mismo año de la visita de Cajal al congreso de la Sociedad Alemana de Anatomía. Uno de los asistentes a aquella reunión, el ya mencionado Wilhelm His, acuñó una nueva palabra para nombrar a las ramificaciones que aparecían en torno al núcleo de la célula nerviosa, a las que hasta entonces se habían referido como «prolongación protoplasmática» o «extensiones ramificadas». Utilizó la palabra **dendrita** (del griego *déndron*, «árbol»), una expresión muy adecuada para un bosque de conexiones como el que se observaba al microscopio.

Podemos llamarlas fibras dendríticas, o *dendritas*, en contraste con las fibras axiales, para no tener que usar un adjetivo cada vez que las describamos.

Solo siete años después, Kölliker empleó la palabra **axón** («eje» en griego) para designar a las ramificaciones que aparecían en el otro lado de la célula nerviosa (identificadas previamente por Deiters). El término apareció escrito por primera vez en la quinta edición de su manual de histología: El cilindro axial o prolongación nerviosa, para el que emplearé la palabra neuroaxón o axón.

Ya se habían identificado y nombrado las tres unidades básicas del sistema nervioso —la «neurona» (1891), la «dendrita» (1889) y el «axón» (1896)—, pero faltaba comprender cómo se conectaban aquellas células entre ellas. Cajal había observado que los extremos de las dendritas quedaban libres, sin conectarse con nada, lo que lo había reafirmado en su defensa de la individualidad de las neuronas frente a la teoría reticular de Golgi. «Las células nerviosas son elementos independientes jamás anastomosados», escribió en uno de sus primeros artículos («anastomosis» quiere decir unión o continuidad física). A partir de estos descubrimientos, en 1889 postuló la **Ley de polarización dinámica**, que él mismo bautizó y que definía la dirección que seguían los impulsos, toda una hazaña si se tienen en cuenta los medios que tenía a su alcance. Pero quedaba aún mucho camino para saber cómo se transmitía aquel impulso.

Uno de los mayores pasos lo dio el médico británico Charles Scott Sherrington, que había alojado a Cajal en su casa durante su visita a la

Royal Society y que había pasado años estudiando los reflejos asociados a la médula espinal. Si las terminaciones nerviosas quedaban sueltas, razonó, entonces la clave de la conexión debía estar en los extremos. Y en una guía de 1897 puso nombre a aquella conexión: Los conocimientos de que disponemos en el presente nos hacen pensar que el extremo de la rama de una arborescencia no es continuo, sino que simplemente contacta con la sustancia de la dendrita o con el cuerpo celular en el que impacta. Esa conexión especial de una célula nerviosa con otra puede llamarse una *sinapsis*.

El nacimiento de la palabra **sinapsis** es otro de esos casos interesantes en los que la ciencia acude a expertos en lingüística para bautizar un concepto. Sherrington escribió aquel texto a petición de su jefe, Michael Foster, quien le pidió que lo ayudara a completar la parte de su guía de fisiología en la que hablaba de la médula espinal. Su intención, confesó después, había sido llamarlo **sindesmo** (de la expresión griega *syndesmos*, que significa «lazo» o «unión»), pero el propio Foster consultó a su colega Arthur Verrall, experto en lenguas clásicas, quien propuso el uso de la palabra «sinapsis», que reflejaba mucho mejor que se trataba de un proceso de conexión y no de un vínculo ya establecido.

> Yo sugerí usar sindesmo. Él consultó a su amigo de Trinity, Verrall, un experto en Eurípides, y Verrall sugirió *sinapsis*, y como sirve para formar un adjetivo mejor, se adoptó para el libro.

Como pasó en otras ocasiones, el vocablo no era del todo nuevo cuando lo acuñaron Foster y Verrall —a quienes se debería atribuir la autoría—, pues los citólogos ya empleaban la palabra «sinapsis» para describir uno de los estados de la división celular por meiosis, pero la mayor relevancia del concepto en neurociencia terminó por imponerse.*

El jardín del cerebro

Con todos aquellos hallazgos, la maraña del encéfalo empezaba a desenredarse. «El bosque impenetrable del tejido nervioso se ha convertido en un jardín organizado y delicioso», proclamó Michael Foster en la Royal Society en 1894, en uno de los brindis en honor de Cajal. Pero las neuronas no eran, ni mucho menos, el único componente del misterioso tejido que da lugar a la consciencia.

En 1856, el hiperactivo Rudolf Virchow identificó un tipo de célula muy presente en el encéfalo que servía, a su juicio, para mantener unidas a las células y dar forma al cerebro, por lo que lo llamó **glía** (que en griego significa «pegamento»). En 1893, el húngaro Michael von Lenhossék localizó un tipo específico de estas células, a

las que llamó **astrocitos** (por su forma de estrella) y, en 1922, el brillante discípulo de Cajal, Pío del Río Hortega, descubrió otro tipo de tejido al que llamó **microglía**, pero que durante décadas recibió el nombre de «células de Hortega». Sucesivamente se fueron descubriendo nuevos componentes del sistema, como las células que recubren el axón de ciertas neuronas con una vaina de mielina que aumenta la velocidad de conducción de la señal (los oligodendrocitos y las llamadas «células de Schwann», en honor de Theodor Schwann), y más tarde se descubrió la existencia de los **neurotransmisores**, las sustancias químicas que permiten la transmisión del impulso nervioso.

Hoy sabemos que la glía no es simplemente el andamiaje del cerebro, sino que las diversas células que la componen llevan a cabo tareas mucho más complejas que todavía hoy son un campo muy activo de estudio. Al mismo tiempo que se clasificaban las especies celulares que habitaban en el jardín del cerebro, se descubrieron las enfermedades que se producían cuando aquellas flores neuronales se «marchitaban». En 1817, el médico inglés James Parkinson escribió un artículo titulado «Un ensayo sobre la parálisis temblorosa», en el que describió un síndrome que progresaba con el tiempo y en el que se presentaba una mezcla de temblor y parálisis. Aunque él lo etiquetó como *Paralysis Agitans*, el neurólogo francés Jean-Martin Charcot lo rebautizó en 1861 como **enfermedad de Parkinson**. Algo similar ocurrió en 1901, cuando el psiquiatra alemán Alois Alzheimer identificó un caso de una enfermedad neurodegenerativa en una mujer de 51 años, y solo diez años después, en 1910, se registró en la literatura científica como **enfermedad de Alzheimer**.

Hoy sabemos que estas enfermedades se producen por una acumulación de daños en aquellas células del sistema nervioso nombradas por los pioneros a finales del siglo XIX. Así, en la esclerosis múltiple se produce un daño en las vainas de mielina que recubren las fibras nerviosas; el párkinson es el resultado de un funcionamiento anómalo de las neuronas que producen dopamina, y en el alzhéimer se acumulan proteínas como la beta amiloide, que son las que retira la microglía descrita en aquellos primeros trabajos de Hortega.

LAS «HABITACIONES» DEL CEREBRO

Los nombres de las diferentes partes del sistema nervioso han dado para libros enteros. Muchas de ellas fueron bautizadas en honor de sus descubridores a lo largo del siglo XIX (**área de Broca**, **área de Wernicke**) o más atrás (**cisura de Silvio** y **cisura de Rolando**), pero una buena parte de los nombres se heredaron de la Antigüedad y se eligieron en función de los criterios más diversos.

La palabra **cerebro**, por ejemplo, viene del latín *cerebrum* (algo

así como «lo que está en lo alto de la cabeza»), mientras que los nombres de sus diferentes partes, o lóbulos, tienen un origen discutido pero interesante. Los lóbulos **frontal** y **parietal** son los más obvios (de «frente» y de «pared»), mientras que el **temporal**, situado en los laterales de la cabeza, parece provenir del hecho de que es en esa región donde se nota el paso del tiempo debido a la aparición de las canas. El nombre del lóbulo **occipital**, situado en la parte posterior de la cabeza, deriva del latín *occidere*, que significa «caer al suelo» o «morir», y comparte raíz con «occidente», que es lugar en el que «muere» el sol. Según algunas fuentes, «occipital» haría referencia entonces «a la región del cráneo donde reposa el cadáver cuando está en decúbito supino».

El resto del cerebro fue dividido por los anatomistas en una suerte de «habitaciones». Así, **tálamo** es una palabra griega que designa una «habitación interior» y el **claustro** es un lugar cerrado y oscuro, situado cerca de la **ínsula**, una pequeña isla en medio de tanta materia encefálica. El **hipocampo** fue bautizado en 1587 por el anatomista italiano Julius Caesar Arantius, pues su forma le recordaba a la de un caballito de mar. Esta región del cerebro, clave en el procesamiento de la memoria, fue objeto de una de las más agrias discusiones sobre evolución entre Richard Owen y Thomas Huxley a partir de 1866, pues el primero se empeñó en decir que algunas partes de dicha estructura solo aparecían en los humanos. Huxley lo dejó en ridículo al demostrar con pruebas abrumadoras su presencia en el cerebro de los simios.

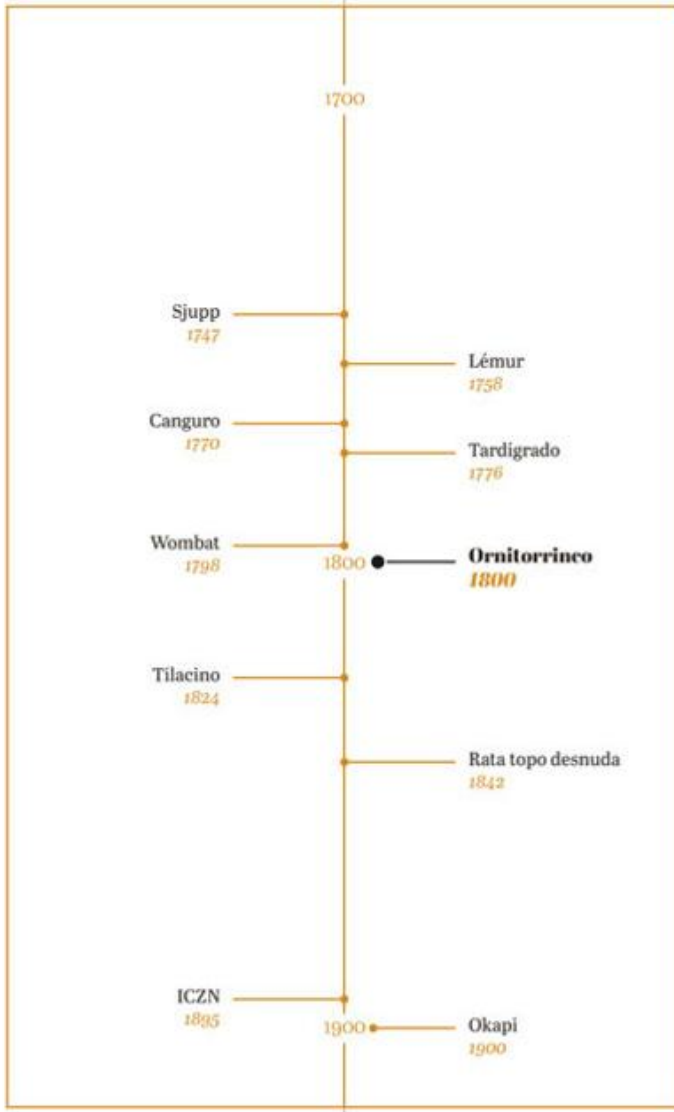
La nómina anatómica A finales del siglo XIX, la sucesión de descubrimientos y la proliferación de nombres para las diferentes partes del cuerpo empezó a suponer un verdadero problema para los médicos, que necesitaban un lenguaje común para compartir sus conocimientos. Y los primeros en ser conscientes de la necesidad de fijar la terminología fueron algunos de los anatomistas alemanes implicados en los nuevos descubrimientos sobre el cerebro. Por eso Wilhelm His (creador del término «dendrita» y gran defensor de la estandarización) fue elegido por los miembros de la Sociedad Anatómica Alemana para presidir una reunión que tuvo lugar en 1895 y en la que se aprobó la denominada Nómina Anatómica de Basilea (*Baseler Nomina Anatomica* o BNA), el primer gran intento de establecer un sistema internacional de terminología para las partes del cuerpo humano.

De aquellas reuniones internacionales —la siguiente fue celebrada en Génova en 1905 y presidida por Waldeyer— surgió un nuevo léxico anatómico de vocación universal, y de los más de 50.000 términos existentes se pasó a poco menos de 5.000. Para ello se descartaron las

denominaciones repetidas y equívocas (antes del cambio había una media de diez nombres por estructura) y se utilizó el latín para conseguir que los términos pudieran ser comprendidos por los médicos de los más diversos países. También se eligieron nombres sencillos y asociados a otras estructuras para facilitar la capacidad de recordarlos (la arteria que desciende por la pierna, por ejemplo, se denominó *arteria femoralis* por su asociación al fémur).

Aquellas reuniones se repitieron periódicamente en las siguientes décadas, hasta la aprobación en 1998 de la llamada Terminología Anatómica (TA), que es la actualización más reciente del vocabulario médico. Esta estandarización es equiparable a la que en su momento hizo Linneo con la nomenclatura binomial y a la unificación del sistema de medidas (aunque, curiosamente, en este caso fueron los franceses los que más se resistieron). A pesar de los intentos de dejarlo todo bien cerrado, los hallazgos anatómicos se siguen sucediendo y la «nómina» de términos no deja de ampliarse. Sin ir más lejos, en el año 2018 se localizó una nueva estructura en el cerebro, a la que se bautizó como **núcleo endorestiforme**, y también se identificó un nuevo tipo de célula nerviosa que ha sido denominada **neurona escaramujo**.

Más recientemente todavía se identificaron dos nuevos tipos de células neurogliales, y un equipo de investigadores publicó su hallazgo en la revista *Science* en 2021. A uno de los dos tipos, las más redondeadas, las llamaron *gordita cells* (**células gorditas**). «Usamos la palabra gorditas porque mi laboratorio es muy internacional e incluye a varias personas que hablan español —contó la bioquímica Fiona Doetsch—. Cuando vimos estas células por primera vez en el microscopio, la primera palabra que nos vino a la mente fue “gorditas” como una palabra cariñosa.»


1700
Sjupp
1747
Lémur
1758
Canguro
1770
Tardígrado
1776
Wombat
1798
1800
Ornitorrinco
1800
Tilacino
1824
Rata topo desnuda
1842
ICZN
1895
1900
Okapi
1900

O de Ornitorrinco

En algún momento entre 1746 y 1747, el príncipe Adolfo Federico de Suecia hizo un curioso regalo a Carlos Linneo, que por entonces era ya toda una autoridad entre los naturalistas. Se trataba de un animal pequeño y nervioso que había llegado en barco a Estocolmo desde las colonias de Norteamérica y que había vivido un tiempo en los jardines reales. El príncipe se lo entregó con una sugerente invitación: averigua de qué criatura se trata.

Linneo, que a lo largo de su vida acogió a varios especímenes exóticos en su casa de la Universidad de Uppsala, ya tenía una idea de qué animal era, aunque hasta entonces nunca había visto ninguno vivo. Durante meses, el naturalista observó el comportamiento de aquel ser al que bautizó como *Sjupp*, el nombre que le habían dado los colonos suecos a partir del término nativo *ausup*. Sus rasgos recordaban a los de un zorro o un tejón, y su cola anillada se parecía, según algunas ilustraciones, a la de un coatí. Pero aquella criatura no era un coatí. «Es un poco más grande que un gato —anotó Linneo—, casi tan grande como una liebre, pero más bajo y pegado al suelo, y con la espalda redondeada, como un oso.» Tenía un olfato extraordinario y mostraba una gran voracidad, tanto que a menudo se subía a las piernas de los estudiantes y les robaba una almendra o un cacahuete, por muy escondidos que estuvieran en sus bolsillos.

Una mañana, *Sjupp* no regresó de sus excursiones nocturnas y su cadáver apareció días más tarde en un rincón del jardín, con señales evidentes de que lo había matado un perro. Linneo hizo una disección completa para estudiar con detalle su anatomía y envió un informe a la Real Academia Sueca de Ciencias. Antes que él, en 1693, el naturalista inglés John Ray había incluido a este animal en el género de los zorros, por lo que lo había llamado *Vulpi affinis Americana*. Sin embargo, tras el examen anatómico, Linneo seguía convencido de que era un oso. Algunos nativos de Norteamérica lo llamaban *arakun* en lengua algonquina, por lo que los colonos ingleses lo conocían como ***raccoon***. Los españoles también se habían encontrado con aquellos animales en Centroamérica y América del Sur, pero allí los nativos lo llamaban en lengua náhuatl *mapachtli*, así que en español pasó a ser conocido como **mapache**. En los dos casos, el nombre significaba algo así como «el que agarra/araña todo con sus manos».

Para Linneo, el nombre exacto de aquel animal era *Ursus cauda elongata* («oso de cola larga»), o así lo había bautizado siete años antes en la segunda edición de su *Systema naturae* (1740). Pero esa

clasificación todavía no era la definitiva. Aún tenía que inventar el sistema que iba a revolucionar la manera que tenía la ciencia de nombrar las cosas vivas.

El sabio que lo nombró todo

En la historia de cómo la ciencia nombró la realidad no ha habido ninguna figura tan relevante como la de Carlos Linneo. Su incansable labor a la hora de poner un nombre a las especies —llevada a cabo durante décadas con la ayuda de corresponsales de todo el mundo— nació a partir de su obsesión por clasificar las plantas por sus características sexuales. El primer paso lo dio en 1735 cuando publicó la primera edición de su *Systema naturae*, un breve tratado en el que lanzaba una propuesta para categorizar animales, plantas y minerales, concebido como una gran estantería en la que sucesivamente iría colocando cada uno de los casos conocidos y los que se fueran descubriendo. Solo tres años después de diseccionar a su querido *Sjupp*, Linneo dio un paso más allá y esbozó la primera idea sobre un nuevo sistema de clasificación en su libro *Philosophia Botanica* (1751), donde también expresó su máxima fundamental: «Si se desconocen los nombres de las cosas, su conocimiento también se pierde».

En su libro *Species Plantarum*, de 1753, Linneo concretó por primera vez un sistema de **nomenclatura binomial** en el que cada especie tenía su propia etiqueta identificativa, más sencilla que los anteriores sistemas descriptivos, y en el que el género seguido del nombre específico en latín actuaba como una suerte de «nombre y apellido» de cada ser vivo. Hasta entonces, cada naturalista había puesto una etiqueta a cada especie, tan larga que resultaba difícil de manejar. Un mismo rosal, por ejemplo, podía ser *Rosa sylvestris inodora seu canina* para un botánico y *Rosa sylvestris alba cum rubore, folio glabro* para otro. Lo que proponía Linneo era reducir la etiqueta a dos componentes y reservar los detalles para la descripción. Bastaban el nombre del género y lo que él llamó el «nombre trivial» para establecer una etiqueta identificable: *Rosa canina*.

Después de tres décadas de trabajo, las apenas once láminas de la primera versión de su *Systema naturae*, publicada en 1735, se convirtieron en más de 2.300 páginas en las últimas ediciones. En la décima y más relevante, publicada en 1758, Linneo extendió la nomenclatura binomial a los animales y aprovechó para poner un nuevo nombre al mapache. Tras enterarse por uno de sus «apóstoles» en Norteamérica de que ese animal lavaba la comida con agua, lo rebautizó como *Ursus lotor* (oso lavador), poniendo el acento en la habilidad manual que ya habían resaltado los nativos.*

Con aquella obra, Linneo se consagró como el naturalista más

influyente de la historia, con permiso de Darwin, como demuestra el hecho de que, todavía hoy, una mayoría de esas especies siguen conservando los nombres que Linneo les puso. Para entonces, el botánico sueco había descrito más de 12.000 animales y plantas, y se veía a sí mismo como un «segundo Adán». En el frontispicio de sus obras rezaba un ambicioso lema: «Dios creó, Linneo puso orden».

Animales paradójicos

Durante aquella época de viajes y exploraciones se produjeron con frecuencia situaciones parecidas a la que vivió Linneo con el mapache. La llegada de elefantes y rinocerontes a Europa durante el Renacimiento causó sensación, y sus reproducciones —como el famoso grabado de Durero— construyeron un nuevo marco en el que se entremezclaban animales reales y bestias imaginarias.

A Europa llegaban criaturas extraordinarias de todos los rincones del planeta. En 1776, por ejemplo, llegó un oso hormiguero gigante a la corte de Carlos III, en España, que provocó el asombro de propios y extraños, aunque la pobre **osa palmera** apenas sobrevivió unos meses tan lejos de su hábitat. Desde Madagascar, los navegantes trajeron unos extraños animales nocturnos de ojos brillantes a los que Linneo bautizó como **lémures**, por el nombre de los espectros o espíritus de la muerte de la mitología romana. En Australia, Joseph Banks y el capitán Cook identificaron en 1770 un animal de gran tamaño que saltaba con la agilidad de un pequeño ratón. «Observamos para nuestra sorpresa —escribió Banks—, que, en lugar de apoyarse sobre sus cuatro patas, este animal lo hacía sobre dos, dando saltos como un jerbo.» Lo llamaron **canguro**, por el nombre que le daban los habitantes locales (*gangurru*).

Solo unos años después, procedente también de las Antípodas, llegó hasta el Museo de Historia Natural de Londres un paquete enviado por el capitán John Hunter con un animal disecado tan extraño que el naturalista George Shaw pensó que era una falsificación. Se trataba de una especie de nutria con cola de castor y pico de pato. ¿Cómo no pensar que era una de las quimeras cosidas por los taxidermistas asiáticos para engañar a los museos? Lo primero que hizo Shaw, nada más desempaquetarlo, fue tratar de descoser el pico y las patas, de modo que aquel primer ejemplar disecado conserva todavía hoy las marcas de las tijeras. Por si fuera poco, pronto llegaron noticias de que el animal también ponía huevos. ¿Cómo podía poner huevos si se trataba de un mamífero? Aquel ser desafiaba todos los principios taxonómicos establecidos por Linneo.

La propuesta de Shaw fue poner a aquella criatura el nombre de *Platypus anatinus*, a partir de las palabras griegas *platys* (plano) y *pous*

(pie), y *ana* + *tinus* (concerniente a los patos). Es decir, algo así como un «pariente del pato con pies planos». Y de ahí viene el nombre que los ingleses le dan a este animal, ***platypus***. Sin embargo, pronto se vio que la etiqueta ya se había usado para un género de escarabajos, y en 1800 fue descrito de nuevo como *Ornithorhynchus paradoxus*, dando lugar a la palabra **ornitorrinco**, de *ornito* (pájaro) y *rýnchos* (hocico). Para llegar a un término medio, su nombre se cambió posteriormente por el de *Ornythorhynchus anatinus*, conservando la segunda parte del nombre propuesto por Shaw.

Los testimonios que afirmaban que aquellos mamíferos, además de tener pico y pelo, se reproducían poniendo huevos fueron descartados durante décadas y dieron lugar a una intensa polémica entre anatomistas. Hasta que, en 1884, el explorador inglés William Caldwell vio una hembra de ornitorrinco poniendo un huevo en el norte de Queensland. El telegrama que envió a Londres produjo una gran conmoción y es quizá el más famoso de la historia de la biología: «Monotremas ovíparos, óvulo meroblástico.»

Con aquellas cuatro palabras, las criaturas imposibles se anotaban un tanto frente a los obstinados intentos de los naturalistas de encasillar a los seres vivos conforme a sus ideas preestablecidas. La naturaleza demostraba ser más imaginativa que los zoólogos.

Monstruos en el armario

A lo largo de su vida, el propio Linneo tuvo que enfrentarse a aquel juego de espejos en el que realidad y fantasía se mezclaban en la mente de los humanos. Él también pensó que se la estaban dando con queso cuando, en 1742, un joven de Uppsala le llevó muestras de una extraña variedad de la planta linaria (*Linaria vulgaris*), que tenía cinco espolones en lugar de uno y que desafiaba su idea de que todas las especies eran inmutables y habían sido generadas en un único acto de creación. Sin saber aún que se trataba de una mutación, y más de un siglo antes de que Darwin planteara las bases de la evolución por selección natural, Linneo consideró que aquello era tan extraordinario como «si una vaca diera a luz a un ternero con cabeza de lobo» y bautizó a aquel tipo de planta como **Peloria**, un término griego que significa «monstruo» o «prodigio».

Unos años antes, en 1735, Linneo se había enfrentado a otra situación desafiante durante su estancia en los Países Bajos, cuando el alcalde de Hamburgo lo invitó a examinar una extraña criatura que se conservaba en el gabinete de curiosidades de Albertus Seba. Se trataba de la conocida como «Hidra de Lerna», un monstruo acuático de siete cabezas. Este fue uno de los principales motivos por los que, en la primera edición de su *Systema naturae*, Linneo decidió añadir una

categoría, ***Paradoxa*** («contradictorio» en latín), en la que se incluían los animales míticos y mágicos cuya existencia era problemática o imposible de confirmar. En la descripción de **Hydra**, el naturalista sueco se mostraba contundente: La naturaleza jamás ha producido de forma natural varias cabezas en un cuerpo. Cuando la vimos descubrimos con facilidad el fraude y artificio, al observar la dentadura de una comadreja en vez de la de un anfibio.

Formaban parte de aquella categoría el dragón, la «mantícora», la sirena y el «monoceros» (los supuestos unicornios identificados de forma errónea a partir de los colmillos de los narvales). Sin embargo, irónicamente, Linneo incluyó en la categoría de *Paradoxa* a algunos animales que sí existían en realidad, aunque a él le parecieran imposibles o los asociara con leyendas. Fue lo que sucedió con la **rana-piscis** (un anfibio que vive en Sudamérica y que, en la fase de renacuajo, es considerablemente más grande que cuando se convierte en rana) y con el **pelícano** (*Pelecanus*), aves con un saco en el pico que, según una leyenda medieval, bebían su propia sangre.

El apartado de *Paradoxa* se mantuvo durante las primeras cinco ediciones de la clasificación de Linneo, hasta que el naturalista decidió prescindir de aquellos monstruos de la imaginación, como si quisiera separar por primera vez la ciencia de la fantasía, algo para lo que aún quedaba mucho camino.

De ballenas y ratones

De la clasificación propuesta por Linneo en 1758 proceden algunas de las palabras que hoy manejamos con soltura, como **mamífero** o **primate**, y a él le debemos, entre otras muchas cosas, el uso de los símbolos ♂ y ♀ para referirse a machos y hembras. Al elegir los nombres de las especies hizo muchos homenajes y se tomó alguna revancha (se dice que bautizó al sapo común como *Bufo bufo* por su rivalidad con el conde de Buffon). Y en muchas ocasiones se mostró juguetón: a la jirafa la denominó *Giraffa camelopardalis* porque le parecía un camello con manchas, y a la ballena azul decidió llamarla *Balaenoptera musculus*, jugando con el término «músculo», que procede de *musculus*, una palabra latina que significa músculo, pero también «ratoncito» (*Mus musculus* es el nombre científico del ratón común). De este modo, Linneo juntó en su taxonomía a la criatura más grande con una de las más pequeñas.*

En la mayoría de las ocasiones, sin embargo, era la naturaleza la que parecía jugar con los naturalistas, y no al revés. En la primera edición de su sistema, Linneo había clasificado erróneamente a las ballenas como peces, y en 1758, una vez que las pruebas fueron irrefutables, rectificó para colocarlas bajo el epígrafe de los

mamíferos, por contradictorio que pareciera. Finalmente quedarían englobadas bajo la etiqueta de ***Cetacea***, creada anteriormente por el zoólogo francés Mathurin Jacques Brisson (1762) a partir del término griego *kētos*, que significa «monstruo marino».

La lista de hallazgos increíbles en las décadas siguientes es larguísima. En la misma época se descubrieron en Australia los **koalas**, los **wombats** y los **tilacinos**, y en África los extraordinarios **quaggas** (con su apariencia híbrida entre caballo y cebra) y el legendario **okapi** (*Okapia johnstoni*), clasificado por el explorador inglés Harry Johnston a partir de la pista que le dieron un grupo de pigmeos que eran exhibidos en la Exposición Internacional de París como fenómenos de feria. En 1842, y también en África, el zoólogo alemán Eduard Rüppell descubrió una rata sin pelo tan extraña que al principio pensó que se trataba de un ejemplar enfermo. Finalmente describió al espécimen que hoy conocemos como **rata topo desnuda**, *Heterocephalus glaber*, uno de los animales más extraordinarios de la naturaleza.

Otras veces, los animales increíbles aparecieron bajo el microscopio. En 1773, el zoólogo alemán Johann August Ephraim Goeze observó unos seres que llamaron poderosamente su atención y a los que bautizó como *kleiner Wasserbär* (pequeños **osos de agua**). «Extraña es esta pequeña criatura, por toda la organización de su cuerpo, que es extraordinaria y peculiar, y por su apariencia externa —escribió—. A primera vista, se parece mucho a un osito.» Solo tres años después, el biólogo Lazzaro Spallanzani también se encontró en sus observaciones con estas criaturas de menos de 1 mm de longitud y puso el foco sobre sus lentos movimientos. Tanto que las bautizó como **tardígrados** (que en latín significa «de paso lento») y las comparó con los perezosos.

A pesar de su lentitud de movimientos, hoy sabemos que estos seres minúsculos son los candidatos perfectos para colonizar otros mundos, ya que su resistencia parece no tener límite: pueden sobrevivir durante décadas sin agua, resistir temperaturas extremas y sobrevivir a la radiación del espacio exterior en las cubiertas de cohetes y satélites.

Orden después de todo

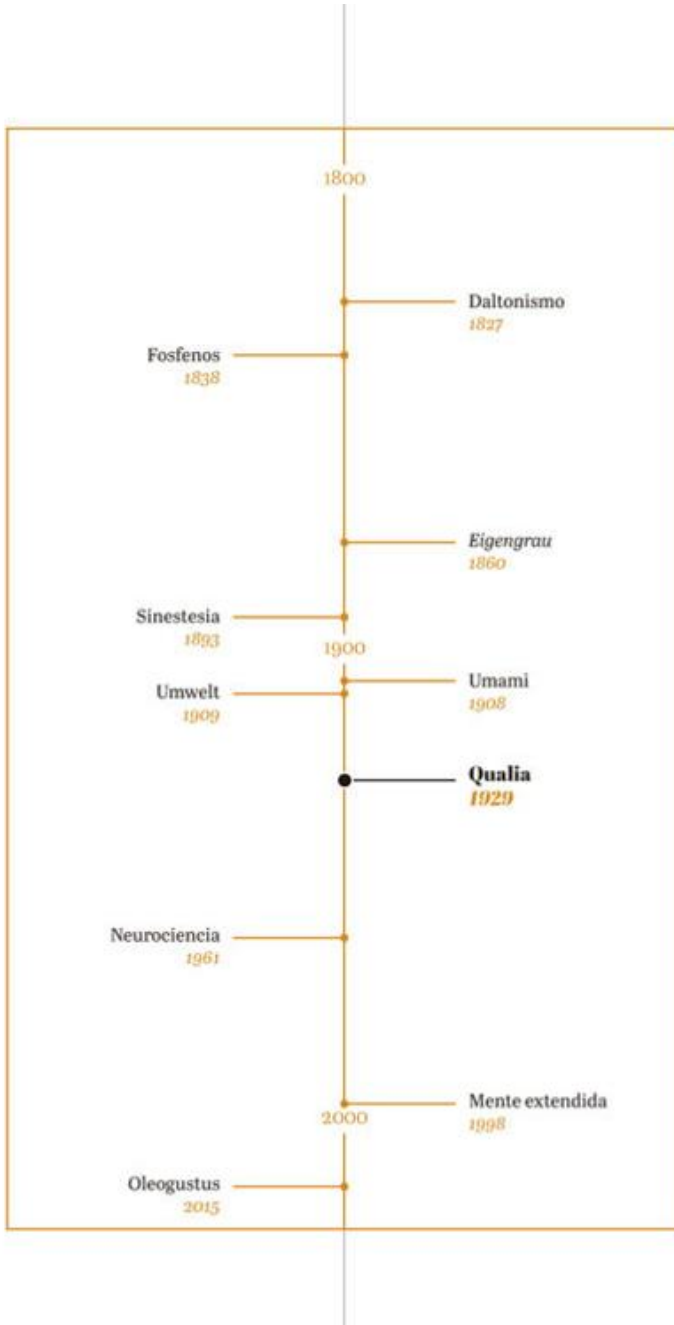
A mediados del siglo XIX, a pesar de los intentos de ordenar y clasificar las especies de forma lógica y predecible, la sucesión de descubrimientos había generado una situación insostenible que hacía necesario un replanteamiento. En febrero de 1842, consciente de este problema, el paleontólogo inglés Hugh Edwin Strickland convocó una reunión dentro de la BAAS con un selecto grupo de zoólogos

británicos, entre los que se encontraban Richard Owen y Charles Darwin. Entre todos establecieron una serie de pautas que deberían seguirse en adelante: así nació el Código de Strickland, que tendría una enorme influencia en la ordenación posterior.

«Todas las personas que estén versadas en el estado actual de la Zoología deben ser conscientes del gran detrimento que sufre la ciencia por la vaguedad e incertidumbre de su nomenclatura», se afirmaba en el informe de la reunión. Y se añadía lo siguiente: «Si un zoólogo inglés, por ejemplo, visita los museos y conversa con los profesores de Francia, descubre que su lenguaje científico le resulta casi tan extraño como su lengua vernácula».

Los autores del informe reclamaban que —como ya habían hecho los químicos, los astrónomos y los anatomistas— los zoólogos acordaran una serie de reglas estrictas para evitar el caos. Una petición que finalmente tuvo eco internacional y que condujo a la creación de la Comisión Internacional de Nomenclatura Zoológica (conocida por sus siglas en inglés, ICZN) en el Tercer Congreso Internacional de Zoología, celebrado en Leiden en 1895, con el objetivo de unificar criterios.

Tras aquellos primeros pasos, en 1961 se publicó el primer código internacional, que ha tenido otras tres ediciones en 1964, 1985 y 1999, y en el que los científicos establecen los criterios taxonómicos para identificar a las especies animales. De manera similar, existe un Código Internacional de Nomenclatura para algas, hongos y plantas, un Código Internacional de Nomenclatura de Bacterias y un Comité Internacional de Taxonomía de Virus. Y, a pesar de que Linneo creyó haber dejado bien descrito el libro de la naturaleza, estos grupos de científicos lo amplían cada año con decenas de miles de nuevas especies descubiertas por todo el globo.


1800
Daltonismo
1827
Fosfenos
1838
Eigengrau
1860
Sinestesia
1893
1900
Umwelt
1909
Umami
1908
Qualia
1929
Neurociencia
1961
Mente extendida
1998
2000
Oleogustus
2015

P de Proteína

En las primeras décadas del siglo XIX, una vez definida la naturaleza de los átomos, Jöns Jacob Berzelius tomó el testigo de John Dalton y condujo aquella nueva rama de la ciencia hacia nuevas fronteras. El científico sueco no solo descubrió y nombró elementos como el selenio, el torio y el cerio, sino que creó el moderno sistema de notación y renovó el lenguaje utilizado por sus colegas. Salvando las distancias, durante algunos años se convirtió en una especie de Linneo de la química.

Fue Berzelius quien propuso representar los elementos con letras sencillas (O para oxígeno o Fe para hierro, por ejemplo) y quien las combinó por primera vez para representar la composición de las diferentes moléculas añadiendo un pequeño número en la parte superior de cada elemento. Gracias a este sistema, el agua podía anotarse fácilmente como H_2O, y el óxido de hierro como Fe_2O_3 (la única diferencia con el sistema actual es que ahora se usan subíndices en vez de superíndices). Y también fue Berzelius quien puso nombre a los principales fenómenos de organización molecular que se descubrieron en aquellas décadas.

A las variadas formas en que podía aparecer un mismo elemento las llamó **alótropos**, del griego *allos-* (otro) y *-tropos* (forma). Así, por ejemplo, el oxígeno se puede presentar en forma de molécula compuesta por dos átomos —el oxígeno atmosférico (O_2)— o por tres —lo que conocemos como ozono (O_3)—, y en ambos casos las moléculas son alótropos del mismo elemento. A los compuestos que tenían exactamente la misma fórmula química, pero cuyos átomos, al estar dispuestos de una forma diferente, podían originar propiedades distintas, Berzelius los llamó **isómeros**,* y al misterioso proceso por el que las sustancias parecían descomponerse lo llamó **catálisis** (del griego *katá*, «hacia abajo», y *lýsis*, «destrucción»), aunque no era consciente todavía de las implicaciones que tenía aquella «destrucción hacia abajo» en la química general y en el metabolismo de los seres vivos en particular.

La «magia» de lo vivo

Berzelius fue un pionero en los experimentos electroquímicos y, como veía que muchos compuestos podían separarse, mediante una corriente eléctrica, en un ácido en el polo positivo y en una base en el polo negativo, creyó erróneamente que aquel principio (conocido

como «dualismo electroquímico») caracterizaba a todas las sustancias. En el transcurso de aquellos experimentos, se convenció también de que había una diferencia muy clara entre los compuestos que formaban parte de los seres vivos y los que no, y a partir de esa constatación estableció por primera vez una diferencia entre los compuestos **orgánicos** y los **inorgánicos**.

En 1810, ante la Real Academia Sueca de las Ciencias, el químico inauguró una corriente de pensamiento que se conoció más tarde como **vitalismo** y que se extendió hasta bien entrado el siglo. Las sustancias orgánicas que se generaban en el interior de los organismos vivos, argumentaba Berzelius, poseían una **fuerza vital** que las diferenciaba esencialmente del resto de las sustancias. «La mayoría de los fenómenos del cuerpo animal se resisten tanto a nuestro entendimiento que ciertamente nunca los descubriremos», aseguró. En su opinión, por tanto, el funcionamiento de la materia orgánica iba a permanecer «para siempre en secreto».

Berzelius siguió convencido hasta el final de sus días de que las sustancias orgánicas tenían un carácter diferente, a pesar de que comprobó que se podían sintetizar sin necesidad de seres vivos. En 1828, uno de sus discípulos, el químico alemán Friedrich Wöhler, le escribió para informarle de un fantástico descubrimiento: Debo decirle que soy capaz de sintetizar urea sin necesidad de recurrir a un riñón, ya sea de hombre o de perro.

Trabajando con cianato de amonio, Wöhler había obtenido otra sustancia que tenía la misma composición pero distinta organización (un isómero): se trataba, en efecto, de la urea, un compuesto que hasta entonces solo podían sintetizar los seres vivos. Aunque, en su artículo, él mismo recalcaba que «la producción artificial de una sustancia orgánica (...) a partir se sustancias inorgánicas» era un «hecho curioso», lo que les parecía más llamativo era que los mismos átomos dieran lugar a diferentes sustancias según se organizaran estructuralmente. En concreto, para Berzelius era especialmente interesante que un compuesto con forma de sal produjera otro compuesto que no tenía ninguna de las propiedades de las sales.

La sustancia «primordial»

A partir de 1835, el químico orgánico holandés Gerardus Johannes Mulder comenzó una serie de experimentos con sustancias orgánicas como la seda, la gelatina y la albúmina del huevo, y advirtió una serie de regularidades en su composición. Todas presentaban macromoléculas con la misma proporción de carbono, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno (CHNO), a las que a veces se añadía algún átomo de fósforo o de azufre. En 1838 publicó un artículo titulado *Sur la*

composition de quelques substances animales (Sobre la composición de algunas sustancias animales). En ese trabajo nombró a aquella molécula común como **proteína** y la definió como «el alimento de todo el reino animal, probablemente formado solo por las plantas».

Durante décadas, se creyó que Mulder había sido no solo el descubridor de aquel elemento central de la química orgánica, sino también el creador de la palabra «proteína», hasta que, en 1948, el químico Harold Hartley encontró una carta dirigida por Jöns Jacob Berzelius a Mulder el 10 de julio de 1838 en la que el químico sueco le decía: Ahora supongo que el óxido orgánico, que es la base de la fibrina y de la albúmina (y al que debe darse un nombre especial, por ejemplo, *proteína*) está compuesto de un radical ternario, combinado con oxígeno.

Y más adelante añadía: El nombre *proteína* que le propongo para el óxido orgánico de la fibrina y de la albúmina lo quise derivar de la palabra griega πρωτεῖος [*proteios*], porque parece ser la sustancia primaria o principal de la nutrición animal que las plantas preparan para los herbívoros y que luego estos pasan a sus depredadores.

Cien años después, este intercambio espistolar mostraba con claridad que, aunque el mérito del descubrimiento era plenamente de Mulder, la palabra «proteína» había sido propuesta y acuñada por Berzelius. De este modo, el químico sueco había hecho otra aportación a su amplio listado de nuevos términos científicos.* Lo más probable es que ninguno de los dos le diera la menor importancia, pues se proponían nuevos términos con mucha frecuencia. Sin embargo, al bautizar aquellas moléculas como proteínas, estaban mostrando una gran lucidez de cara al futuro.

Aquella sustancia no solo era primaria y primordial, como sugería el término griego *protos*, sino que remitía al dios Proteo, el hijo del dios Poseidón, capaz de hacer profecías y de transformarse a voluntad en las formas más caprichosas, desde un dragón a un león o cualquier otra cosa. Así, «proteína» era el nombre perfecto para un tipo de molécula que está presente en millones de procesos metabólicos y cuya versatilidad nos sigue pareciendo asombrosa.

El nacimiento de la bioquímica Desde la síntesis de la urea por parte de Wöhler y la identificación de las proteínas por parte de Mulder, fueron tantos los descubrimientos sobre las moléculas implicadas en los procesos vitales que, en 1877, el químico alemán Felix Hoppe-Seyler creyó que había llegado el momento de darle nombre a aquella nueva rama de la ciencia y la bautizó como **bioquímica** (*biochemie* en alemán).

La *bioquímica* ha pasado de sus primeros comienzos naturalistas y

necesariamente analíticos a convertirse en una ciencia (...) que con sus métodos y resultados desafía el primer lugar de la biofísica.

Hoppe-Seyler era muy consciente de aquella revolución; él mismo había puesto nombre poco antes a una proteína que parecía tener un papel fundamental en la sangre: la llamó **hemoglobina**, a partir del término griego *haima*, que significa «sangre», y del término latino *globus*, que significa «pelota». Sin embargo, quienes empezaban a catalogar las moléculas que intervenían en los procesos celulares tuvieron que enfrentarse con la vieja idea de la «fuerza vital» y fueron acusados de reduccionistas.

En 1839, el anatomista checo Johannes Evangelista Purkinje bautizó a la sustancia que contenían las células como **protoplasma**, un concepto que quedó convertido en una especie de cajón de sastre que permitía explicar de manera genérica las funciones de la célula y que tenía el respaldo de grandes popes de la biología como Haeckel y el francés Claude Bernard, que había definido el concepto de **homeostasis** (el equilibrio entre el medio intracelular y el extracelular). Al mismo tiempo, a las sustancias que producían transformaciones moleculares se las llamaba genéricamente **fermentos**, como si la linterna de la ciencia aún no fuera capaz de alumbrar con detalle los entresijos del metabolismo.

Pero una sucesión de descubrimientos iba a empezar a iluminar aquella fuerza invisible dentro de las células. En 1878 tras el hallazgo de proteínas específicas como la **diastasa**, que cataliza la rotura del almidón en plantas, y la **pepsina**, que posibilita la digestión* en el estómago, el fisiólogo alemán Wilhelm Kühne publicó un artículo en el que proponía utilizar la palabra **enzima** (del griego *en-,* «dentro», y *zýme*, «levadura») para denominar a aquellos variados fermentos.

Se demostraba así que las actividades metabólicas dentro de la célula no eran fruto de ningún mecanismo trascendente, más allá de lo material, sino que eran el resultado de la actividad de moléculas que intervenían específicamente en diferentes tareas. Esto permitió comprender que, en la cerveza, por ejemplo, no se producía alcohol a partir de azúcar por una «fuerza vital», como había defendido el mismísimo Pasteur: el proceso se debía (entre otras cosas) a una enzima llamada **zimasa**, identificada por el químico alemán Eduard Buchner, quien, además de obtener el Nobel de Química en 1907, creó la tendencia de añadir el sufijo *-asa* a cada nueva enzima descubierta.

Mensajeros químicos

Los hallazgos de proteínas que realizaban funciones específicas y fundamentales para el metabolismo se extendieron a casi todos los campos de la fisiología. En 1891, el alemán Paul Ehrlich acuñó el

término **anticuerpo** (*antikörper*) para nombrar a una serie de proteínas que aparecían en sus muestras y que eran capaces de capturar a las toxinas y a las bacterias. Gracias a este descubrimiento —que abría un nuevo camino para la inmunología y que a la larga salvaría millones de vidas—, obtuvo el Nobel en 1908.

Poco después, en 1912, el bioquímico polaco Casimir Funk aisló un micronutriente que protegía contra la enfermedad del beriberi y lo llamó **vitamina** (del latín *vita,* «vida», y del término químico *amina*), consciente de que necesitaba un término pegadizo, «pues en aquel momento no tenía dudas de la importancia y la popularidad futura del nuevo campo», escribió.

Los avances en el conocimiento del sistema nervioso también arrojaron sorpresas. En 1921, el alemán Otto Loewi diseñó una serie de experimentos con corazones de rana. Al estimularlos eléctricamente, descubrió una sustancia que ralentizaba el ritmo cardíaco sin necesidad de impulso eléctrico y la bautizó como ***vagusstoff*** (algo así como «sustancia que estimula el nervio vago»). Acababa de demostrar la existencia de los neurotransmisores. Aquella sustancia se conocería después como **acetilcolina**, y es, en efecto, uno de los muchos neurotransmisores que existen.

Unos años antes, los fisiólogos ingleses William Bayliss y Ernest Starling habían descubierto en experimentos con animales que, al desconectar los nervios del páncreas, se seguía activando el proceso de digestión, y al mensajero químico que permitía llevar la señal al margen del sistema nervioso lo llamaron **secretina** (por «secreción»). El 20 de junio de 1905, Starling presentó ante el Royal College de Londres la teoría que había desarrollado tras los experimentos con Bayliss, y en el discurso introductorio bautizó por primera vez a aquel tipo de molécula con el nombre de **hormona**: Estos mensajeros químicos u «hormonas» (del verbo griego *hormân*, «excitar» o «estimular»), por llamarlos de algún modo, tienen que ser transportados desde los órganos en los que son producidos hasta el órgano en el que causarán su efecto.

Aquellas moléculas que activaban procesos a distancia viajando por el torrente sanguíneo habían sido vistas por otros científicos antes; se habían detectado en los testículos y en la glándula suprarrenal y, en 1851, Claude Bernard había hablado de secreciones en el páncreas, pero hasta entonces no se había comprendido su verdadero alcance. En paralelo a los trabajos de Bayliss y Starling, se fueron descubriendo todas las variedades de esas moléculas, así como las diferentes formas que tenían de regular el metabolismo; en 1901, el japonés Takamine Jōkichi descubrió la **adrenalina** (llamada así por producirse junto a los riñones, *ad* + *renal*); en 1914, el estadounidense Edward Calvin Kendall descubrió la **tiroxina** (segregada por la glándula tiroides) y,

en 1916, el inglés Edward Sharpey-Schafer acuñó el término **insulina** para referirse a la hormona que se produce en los islotes de Langerhans del páncreas y que controla el metabolismo de la glucosa.

La maquinaria celular

La complejidad de los mecanismos celulares hizo muy difícil desentrañar su funcionamiento, y hubo que esperar hasta mediados del siglo XX y al desarrollo de los primeros microscopios electrónicos para saber qué estaba sucediendo exactamente en aquel «protoplasma». En 1955, el biólogo de origen rumano George Emil Palade descubrió lo que durante un tiempo se conoció como **gránulos de Palade**, las partes de la célula en las que se fabricaban las proteínas. En febrero de 1958, durante un encuentro de la Sociedad de Biofísica en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), se propusieron términos alternativos, como «microsomas» o «partículas microsomáticas». Sin embargo, como se recogió en el informe posterior, entre los expertos surgió una nueva y exitosa propuesta: Durante la reunión se sugirió la palabra **ribosoma**, que tenía un nombre satisfactorio y un sonido agradable. [De «ácido ribonucleico» y del griego *soma*, «cuerpo».]

El trabajo de Palade fue reconocido con un Nobel, pero hubo que esperar otros 50 años para que, mediante técnicas de cristalografía, Ada Yonath y otros científicos observaran con mucho más detalle la estructura de los ribosomas y su forma de fabricar proteínas a partir del ARN mensajero mediante un proceso denominado traducción. Gracias a este descubrimiento, también obtuvieron el Nobel de la academia sueca.

Asimismo, el desarrollo de la microcopia electrónica permitió también encontrar el «alimento universal» de animales y plantas, un concepto que habían apuntado indirectamente Berzelius y Mulder en sus primeros escarceos con las proteínas. Durante sus investigaciones, Albert von Kölliker —recuerden, el fisiólogo alemán que aprendió español para comunicarse con Cajal— identificó en 1857 unas estructuras intracelulares que su colega Carl Benda bautizó después como **mitocondrias**, de *mitos*, «filamento», y *chondrion*, «gránulo». Pero hasta 1941 no se descubrió que se trataba de las centrales energéticas de la célula, donde se producía la **adenosina trifosfato** (ATP), la «moneda de cambio energética universal de la vida».

Fue precisamente al estudiar el papel de la ATP cuando el científico de origen español Severo Ochoa descubrió, mientras trabajaba en Estados Unidos, una enzima —la **polinucleótido fosforilasa**— que se ocupaba tanto de degradar como de sintetizar el ARN, el intermediario entre el ADN y las proteínas. Este

descubrimiento, por el que Ochoa obtuvo el Nobel de Medicina en 1959, fue una de las claves para el desciframiento del **código genético**. Por las mismas fechas, una serie de descubrimientos permitieron entender cómo se organizaba la información genética en el núcleo de la célula (véase «G de Gen») y se identificaron las enzimas que permitían replicar el ADN (**ADN polimerasas**). Gracias a ello, más tarde se pudo desarrollar también una técnica llamada **reacción en cadena de la polimerasa**, inventada en 1985 por el químico estadounidense Kary Mullis y más conocida por el gran público como **PCR**, especialmente después de la pandemia de COVID-19.

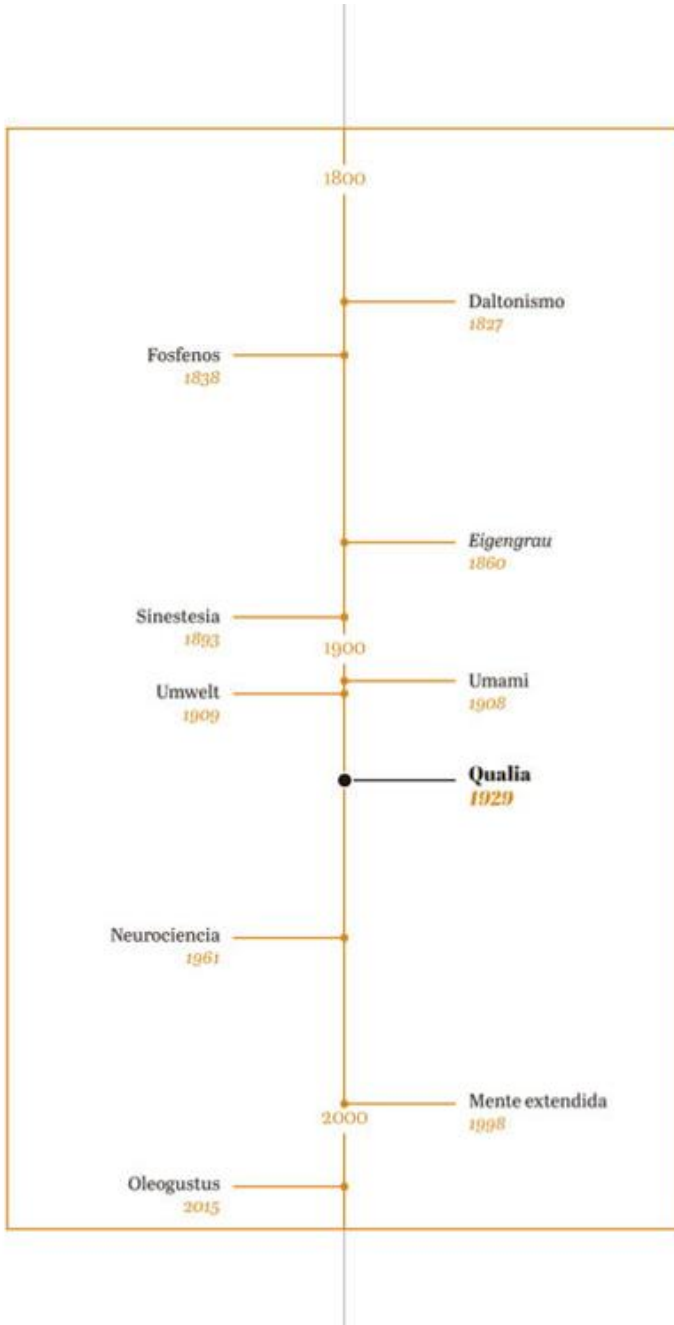
Nuevos enigmas

Con todo esto, más el descubrimiento en 1961 del papel del **ARN mensajero** (precisamente la molécula que nos ayudó a salir de la pandemia, gracias a las vacunas ARNm), los bioquímicos pudieron comprender finalmente con gran detalle cómo funcionaba la maquinaria del interior de la célula. Resultó que las instrucciones genéticas almacenadas en el núcleo en forma de ADN pasaban a los ribosomas en forma de ARNm, y estas partículas producían la variedad de proteínas que servían para todo tipo de funciones en el metabolismo. Se avanzaba así en la comprensión de un complicado puzle que todavía no se ha completado y del que seguimos aprendiendo y encontrando nuevas piezas.

En fechas más recientes se han descubierto sustancias tan fascinantes como la **ubicuitina**, una proteína que está implicada en un complejo sistema de reciclado y que fue bautizada así por su ubicuidad en todas las células eucariotas. A otras proteínas se les han puesto nombres de lo más originales, como la **pikachurina**, descubierta en 2008 por investigadores japoneses y bautizada así en homenaje a los rápidos movimientos de Pikachu, el popular personaje de la serie Pokémon, o la proteína **Sonic hedgehog** (Sonic el erizo), bautizada así por sus proyecciones parecidas a las del personaje del videojuego. Como curiosidad, en el catálogo de proteínas con nombres extravagantes se encuentra la **titina**, cuyo nombre empieza con «methionylthreonylthreonylglutaminylarginyl…». El nombre completo consta de 189.819 letras y, según la Wikipedia, son necesarias más de tres horas y media para leerlo.

La complejidad de los sistemas de plegamiento tridimensional de las proteínas es una dificultad añadida que ha empezado a ser superada gracias al empleo de sistemas de Inteligencia Artificial y de aprendizaje profundo, como el programa **AlphaFold**, desarrollado por la compañía Google (de *alpha* + *fold*, «plegar» en inglés). En 2022, sus responsables anunciaron que habían logrado predecir la forma en 3D

de más de 200 millones de proteínas, abarcando casi todos los organismos de la Tierra que han sido secuenciados. Pocos meses después, la competidora de Google, Meta AI (antigua Facebook), anunciaba que había sido capaz de resolver 617 millones de estructuras de proteínas, acelerando el ritmo de una carrera que previsiblemente revolucionará la biomedicina.


1800
Daltonismo
1827
Fosfenos
1838
Eigengrau
1860
Sinestesia
1893
1900
Umwelt
1909
Umami
1908
Qualia
1929
Neurociencia
1961
Mente extendida
1998
2000
Oleogustus
2015

Q de Qualia

Mientras se avanzaba en el conocimiento del sistema nervioso y de sus bases fisiológicas, algunos científicos afrontaron una tarea todavía más compleja: averiguar cómo aquellos circuitos producían fenómenos que no se veían al microscopio, como las percepciones, los estados mentales y hasta el propio pensamiento. A partir de la segunda mitad del siglo XIX, gracias al desarrollo de nuevas técnicas, se pudieron poner a prueba experimentalmente algunas viejas preguntas de la filosofía, como qué es lo real, o si la experiencia del mundo sensible es compartida por todos, con lo que se sentaron los cimientos de lo que sería la moderna neurociencia.

Algunas de aquellas preguntas se habían planteado ya en tiempos de Platón y cobraron nueva fuerza cuando los filósofos naturales cuestionaron la autenticidad de sus observaciones. «Sabores, olores, colores —escribió Galileo en 1623— no son más que puros nombres y tienen únicamente su asiento en el cuerpo sensitivo.» ¿Qué es un color? ¿Lo vemos todos de la misma forma? Si una persona ciega de nacimiento pudiera ver de pronto —planteó el científico irlandés William Molyneux en 1692— ¿reconocería visualmente las figuras geométricas que antes reconocía al tacto? ¿Cómo es ser un murciélago? —se preguntó, ya en el siglo XX, el filósofo estadounidense Thomas Nagel.

A partir del intento de separar las cosas del mundo físico de las cosas percibidas se generaron diversas etiquetas. El filósofo Immanuel Kant distinguió entre el **noúmeno** (la cosa-en-sí) y el **fenómeno** (lo que perciben nuestros sentidos), término que proviene de la expresión griega *phainómena*, «constelaciones visibles». Respecto a esto último, siempre surgía una gran pregunta: ¿cómo le explicas a otra persona qué es el color rosa o a qué huele el café? La solución más útil para referirse a este tipo de experiencias sensoriales imposibles de compartir la aportó en 1929 el filósofo Clarence Irving Lewis, quien utilizó por primera vez la palabra **qualia** y la definió así: Hay caracteres cualitativos reconocibles de lo dado, que pueden repetirse en diferentes experiencias, y son así una especie de universales. Yo los llamo «qualia». Pero, aunque tales qualia son universales, en el sentido de ser reconocidos de una experiencia a otra, deben distinguirse de las propiedades de los objetos.

Desde entonces, «qualia» es la palabra que usamos para describir «los contenidos vivenciales subjetivos de la experiencia mental». En

palabras del neurocientífico Antonio Damasio, «qualia son las cualidades sensoriales simples que se encuentran en el azul del cielo o el tono del sonido producido por un violonchelo», y es lo que describe el neurocientífico Rodolfo Llinás cuando afirma que «los humanos nos hemos puesto de acuerdo en una especie de "alucinación colectiva estándar"».

¿Y qué sucede con los animales? Para referirse al mundo que sienten y perciben otras criaturas, aparte del ser humano, el biólogo alemán Jakob von Uexküll creó en 1909 el término ***umwelt*** («ambiente», en alemán), que designa al modelo del mundo que construimos los seres vivos a partir de los sentidos. Von Uexküll se preguntó qué concepción del universo tendrían criaturas tan dispares como una garrapata, un erizo de mar o una medusa, y a partir de aquí nació un término que tiene profundas implicaciones neurológicas y filosóficas y sobre el que todavía hoy se sigue discutiendo.

Pero toda esta discusión científica había empezado antes con otro alemán que casi se queda ciego mirando al sol.

¿Qué vemos al cerrar los ojos?

En 1839, el profesor de física Gustav Fechner se dañó los ojos mientras miraba al sol a través de una serie de cristales de colores con la intención de comprender cómo funcionaban las imágenes remanentes. Quedó tan marcado por la experiencia que, a partir de aquel momento, se dedicó a estudiar las bases físicas de la percepción y, en 1860, inauguró una nueva ciencia que bautizó como **psicofísica**. Además de describir varios tipos de ilusiones ópticas, estableció un principio, que hoy se conoce como Ley de Weber-Fechner, según el cual existe una relación no lineal entre la sensación y el estímulo. Es decir, se necesita aumentar mucho el estímulo para aumentar en menor medida la intensidad de la sensación.

En aquel libro de 1860, *Elemente der Psychophysik*, Fechner también investigó sobre el color que vemos cuando cerramos los ojos, que no es el negro profundo que uno esperaría de la oscuridad total, sino una especie de gris apagado que denominó ***eigengrau***, palabra que en alemán quiere decir «gris intrínseco» (hoy sabemos que se debe a una especie de ruido de fondo producido por la actividad de la retina). Unos años antes, el fisiólogo checo Johannes Purkinje (el mismo que nombró el «protoplasma» y que descubrió unas neuronas que llevan su nombre) ya había advertido que, al cerrar los ojos, la oscuridad «nunca es perfectamente pura». «Siempre flota allí un caos de luz tenue», apuntó. El checo estaba especialmente interesado en los patrones que parecían formarse en la oscuridad bajo el párpado, una serie de halos circulares que Goethe había descrito en 1810 como

Wandelnde Nebelstreifen (estelas de niebla en movimiento).

El interés por los fenómenos lumínicos que se producen dentro del ojo se remontaba a los experimentos practicados un siglo antes por Isaac Newton, quien afirmó haber visto círculos blancos y de colores al presionar con una aguja su globo ocular. En 1838, el médico francés Jean-Baptiste Savigny bautizó las luces que aparecen al presionar los ojos como **fosfenos**, término que definió formalmente Auguste Serre en 1853: Hemos dado el nombre de «fosfeno» (de *foos*, «luz», y *fainein*, «aparecer») al fenómeno de la visión subjetiva que se manifiesta por la aparición de una imagen luminosa en la región orbital del ojo cuando se presiona a través de los párpados, y especialmente a la imagen anular que aparece cuando la compresión se lleva a cabo utilizando la yema del dedo.

El pionero a la hora de determinar mediante experimentos la relación entre estímulos físicos y sensaciones, ya fueran táctiles, visuales o auditivas, fue el físico y médico alemán Herman von Helmholtz. «El fondo de lo visual, el campo sobre el que se proyectan estos fenómenos, nunca es completamente negro», aseguró en 1857 mientras hacía sus propios experimentos con los ojos cerrados, «y en él se ven fluctuaciones alternas de luz y oscuridad que ocurren frecuentemente al ritmo de los movimientos de la respiración». Los trabajos de Helmholtz se centraron en demostrar que no se necesitaba una «fuerza vital» para explicar procesos como el metabolismo muscular, sino que los simples elementos de la física y la fisiología bastaban para entenderlos. Él fue el primero en medir la velocidad a la que se desplazaba la señal nerviosa y en describir conceptos tan avanzados como la **inferencia inconsciente** (uno de los mecanismos cognitivos que condicionan la percepción). También fue el primero en describir, junto al inglés Thomas Young, cuáles son los principios que permiten a nuestros ojos la visión en color.

Una visión «anómala»

En octubre de 1794, pocos años antes de culminar sus descubrimientos sobre el átomo, un joven John Dalton presentó su primer trabajo científico ante la Sociedad Filosófica de Manchester, en el que detallaba una serie de «hechos extraordinarios sobre la visión del color». Mientras trabajaba con plantas, relató, se había dado cuenta de que su percepción del color de algunas flores cambiaba si las observaba a la luz de una vela o a la luz del día. «Esta observación probaba claramente que mi visión no era igual que la de las demás personas», escribió más tarde. Tras localizar a otros individuos que veían los colores de forma diferente a la mayoría, con los que intercambió impresiones por carta, Dalton concluyó que poseía lo que

él bautizó como una **visión anómala**, convencido de que la causa última se encontraba en la coloración del humor vítreo que rellenaba su ojo, que tintaba su percepción.

Interesado por aquel testimonio, el astrónomo David Brewster bautizó lo que le sucedía a Dalton como **ceguera al color**. Sin embargo, en 1827, el físico suizo Pierre Prevost lo llamó **daltonismo**, término que cuajó en otros idiomas como el francés y el español. En el *Diccionario de la lengua española* de 1884 apareció por primera vez el término **daltoniano** (en lugar del actual «daltónico») para referirse a quienes presentaban aquella condición, seguida de la definición de la nueva palabra: **Daltonismo**. (De Dalton, físico inglés del siglo XVIII, que padecía esta enfermedad.) m. Enfermedad de la vista que hace confundir los colores al que la padece.

Aunque puedan parecer anecdóticas, las observaciones hechas por Dalton sobre su propia forma de ver fueron el punto de partida para los sucesivos descubrimientos de la naturaleza de la visión en color. Para explicar su caso, en 1802 Thomas Young dedujo que la visión tricromática se producía por la combinación de los estímulos de tres tipos de fotorreceptores sensibles a diferentes rangos de longitudes de onda y, en 1850, Helmholtz elaboró con más detalle la teoría, apostando por que aquellos fotorreceptores serían sensibles a la luz violeta, verde y roja. En 1834, su colega alemán Gottfried Reinhold Treviranus había identificado en la retina dos tipos de células receptoras a las que, dada su forma, había bautizado como **conos** y **bastones**, aunque hubo que esperar al siglo XX para confirmar aquellas teorías mediante la observación directa con microscopios.

Para desmentir la hipótesis elaborada por el propio Dalton no hubo que esperar tanto: tras su muerte en 1844, siguiendo sus instrucciones, su médico personal le extrajo los ojos y observó que el humor vítreo era perfectamente transparente.*

EL COLOR QUE SE OYE

Además de ser un pionero en el estudio experimental de los qualia, Gustav Fechner fue uno de los primeros en darse cuenta de que aquellas cualidades sensoriales podían manifestarse entrelazadas. En su libro *Vorschule der Aesthetik*, de 1876, recopiló los casos de 73 personas en las que se producían asociaciones entre algunas letras y algunos colores, iniciando un camino que luego continuaron otros. En 1881, el bacteriólogo alemán Karl Bernhard Lehmann y el psiquiatra suizo Paul Eugen Bleuler, conocido más tarde por ser el creador de palabras como **esquizofrenia** (1908) y **autismo** (1912), llevaron a cabo un estudio con una muestra de casi 600 personas que experimentaban lo que llamaron **dobles sensaciones**, es decir,

asociaban colores con sonidos, olores y sabores. En las traducciones al inglés y al francés de aquel trabajo inaugural se popularizaron las expresiones *colored hearing* y *audition colorée* (**audición coloreada**) para denominar a aquella extraña condición, aunque ninguna de ellas sería su nombre definitivo.

En un trabajo aún más completo publicado en 1893, el médico suizo Théodore Flournoy definió aquellas experiencias como «representaciones en el dominio visual que son activadas por algún tipo de sensación o idea que (...) parece caer fuera de las leyes normales de la percepción y asociación» y propuso llamarlas **sinopsias**. El término que acabó cuajando, sin embargo, fue **sinestesia** (del griego *syn*, «junto», y *aisthesis*, «sensación»), una palabra que venía siendo utilizada con diferentes sentidos y que Flournoy también había empleado en su libro para referirse a las distintas manifestaciones de aquella condición: «sinestesias visuales», «olfativas» o «auditivas».

Bajo la influencia de aquellos nuevos descubrimientos, al terminar el siglo algunos críticos franceses utilizaron aquel mismo término para referirse a los juegos con los sentidos que hacían poetas como Rimbaud y Baudelaire y el término «sinestesia» también quedó asociado en adelante a una figura literaria.

Ampliación de los sentidos

En aquellos años, la sucesión de descubrimientos sobre la organización de la mente humana puso patas arriba las viejas concepciones y abrió el campo a nuevas ideas. En 1881, el neurólogo austríaco Heinrich Obersteiner descubrió otra condición que consistía en el hecho de que «el paciente confunde con frecuencia, si no constantemente, en qué parte del cuerpo le han tocado (...). Yo denominaría al fenómeno como “aloquiria sensorial” o más brevemente “**aloquiria**” o confusión de los lados», escribió. En 1894, el médico escocés Thomas Grainger Stewart identificó otra alteración de la sensibilidad: en este caso, algunos pacientes no identificaban el estímulo en el lado contrario del cuerpo, sino simplemente en un punto distante. La llamó **aloestesia**.

En 1880, el neurólogo inglés Henry Charlton Bastian se interesó por las vías que utilizaba el cerebro para coordinar el movimiento de los músculos y creó la palabra **kinestesia** (también «cinestesia») para definir aquel sistema que proporcionaba informaciones que «no se revelan en la conciencia». Solo un poco más tarde, en 1906, el neurocientífico Charles Scott Sherrington (el creador de la palabra «sinapsis») inventó el concepto de **propiocepción** para definir el mecanismo que permite al sistema nervioso percibir «los estímulos que ocurren en lo profundo» del organismo y que le permiten seguir sus

propias acciones internas. De esta manera, Sherrington añadía un nuevo sentido a los ya conocidos de vista, tacto, gusto, olfato y oído, un sentido interno que sucede a nivel inconsciente y permite al cuerpo monitorizar su propio estado y su posición en el espacio.

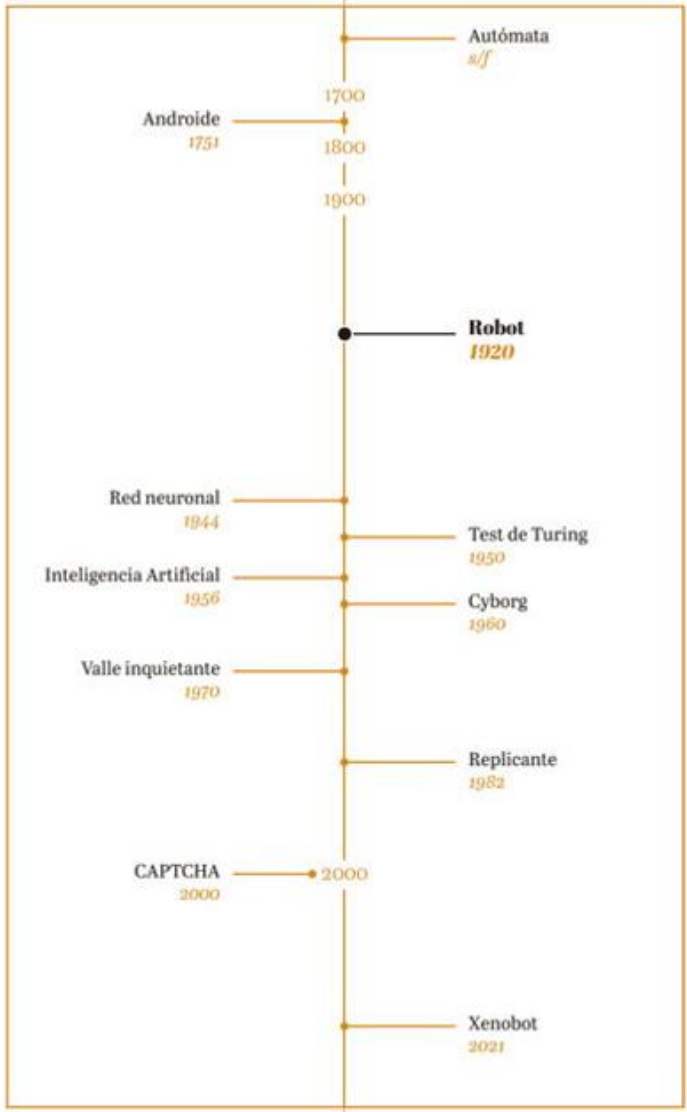
Sherrington también acuñó el término **nocicepción** para describir el sistema que permite percibir el dolor, y las expresiones «intero-cepción» y «extero-cepción» para referirse a la estructura general por la que el cuerpo recibe estímulos; por un lado están los **exteroceptores**, que permiten recibir información del mundo externo a través de ojos, nariz, piel, oídos y boca, y por otro los **interoceptores**, que dan información sobre el interior del cuerpo. Todo esto —junto con el descubrimiento del **sistema nervioso autónomo** y el **sistema nervioso parasimpático**, bautizados por John Newport Langley en 1898— permitió comprender mucho mejor la complejidad de los sistemas que entran en juego a la hora de percibir la realidad y responder ante ella.

«SABROSA» NEUROCIENCIA Además de ampliar el vocabulario para designar los mecanismos receptores, la ciencia ha permitido identificar y nombrar nuevos sabores, olores y colores que se han ido descubriendo a través de la experimentación. En 1908, por ejemplo, el científico japonés Kikunae Ikeda se dio cuenta de que el caldo de determinado pescado tenía un sabor diferente de los ya conocidos y lo denominó **umami**. Con esta palabra, que en japonés significa «sabroso», se añadía un sabor básico más, ya que se comprobó que el umami está codificado por receptores neuronales distintos de los que producen el ya conocido catálogo de dulce, ácido, amargo y salado.

Más recientemente, un equipo de investigadores propuso añadir un sexto sabor básico, relacionado con la grasa, al que propusieron llamar **oleogustus** (de *oleo*, «aceite», y *gustus*, «gusto») y para el que también se han descubierto receptores específicos. Asimismo, se ha identificado a individuos cuya capacidad para detectar sabores es mucho mayor que la del resto (**superdegustadores**) y personas con un tipo de fotorreceptor extra en sus retinas que perciben el mundo de manera diferente (**tetracromatismo**).

En general, el conocimiento de todos estos mecanismos físicos de la percepción ha sido clave en el desarrollo de lo que, en 1961, el científico Francis O. Schmitt y su grupo denominaron como **neurociencia** y, en particular, de lo que Christopher LonguetHiggins denominó, diez años más tarde, **ciencia cognitiva**. Desde entonces, el territorio de la mente no ha parado de crecer, hasta tal punto que ha surgido una corriente denominada **cognición corporizada** (*embodied cognition*), que defiende que nuestras construcciones mentales son fruto de todos estos mecanismos físicos distribuidos a lo largo del

cuerpo, y no solo de los que tienen lugar en el cerebro. Y en 1998 dos filósofos acuñaron el concepto de **mente extendida**, según el cual los objetos del entorno se integran como parte de nuestra realidad mental, ampliando todavía más el horizonte para entender lo que somos.


Autómata
s/f
1700
Androide
1751
1800
1900
Robot
1920
Red neuronal
1944
Test de Turing
1950
Inteligencia Artificial
1956
Cyborg
1960
Valle inquietante
1970
Replicante
1982
CAPTCHA
2000
2000
Xenobot
2021

R de Robot

El nacimiento de la palabra **robot** es uno de los momentos más icónicos en la historia de la creación de nuevos términos y resulta especialmente significativo por varios motivos. En primer lugar, por la velocidad con la que esta palabra se hizo universal y sustituyó a otras que designaban conceptos parecidos. En segundo lugar, porque es uno de los mejores ejemplos de cómo el género de la ciencia ficción contribuyó a nombrar la realidad e incluso a anticipar algunos avances y descubrimientos científicos.

La palabra se hizo popular en todo el mundo a partir de 1920, tras el estreno en Londres y Nueva York de la obra de teatro *R.U.R. (Robots Universales Rossum)*, escrita por el dramaturgo checo Karel Capek. El argumento, con una fuerte carga política, gira en torno a los recelos que inspiran los avances tecnológicos y plantea el viejo temor de que las máquinas reemplacen a los seres humanos, un miedo espoleado por los cambios industriales de principio del siglo XX. La historia se centra en una fábrica de «humanos sintéticos», llamados *roboti*, que se comercializan para aligerar la carga de trabajo de las personas. «Mano de obra barata», «todos deberían tener su propio robot», rezan los carteles de la fábrica que aparecen en la primera escena de la obra. Como explican los dueños de la empresa, aunque se trata de seres muy inteligentes y mecánicamente más perfectos que nosotros, «carecen de alma». Finalmente, los robots se rebelan y provocan la extinción de la especie humana.

Según contó más tarde el propio Karel Capek, fue su hermano Josef quien le sugirió la palabra *roboti*. «No sé cómo llamar a estos trabajadores artificiales —le dijo el dramaturgo mientras su hermano pintaba un cuadro—. Podría llamarlos *labouri*, pero resulta demasiado literal.» «Entonces llámalos robots», le contestó Josef con un pincel en la boca y delante de un lienzo. Efectivamente, frente a la idea de llamar a aquellos humanos artificiales *laboři* (del latín *labor*, «trabajo»), la sugerencia de *roboti* se adaptaba mejor a lo que Karel Capek quería expresar, pues el término derivaba de la palabra checa *robota*, que significa trabajo forzado o servidumbre.

EL SUEÑO DEL HOMBRE MÁQUINA La posibilidad de construir una criatura mecánica que pudiera pasar por humana estaba instalada en el imaginario colectivo desde la Antigüedad. Los **autómatas**, del griego *automaton* («que actúa con voluntad propia»), aparecen con frecuencia en la mitología griega, ya sea en forma de «doncellas doradas» —las

dos autómatas de oro creadas por el dios Hefesto (Vulcano) en su palacio del Olimpo— o de Talos, un autómata gigante de bronce que protegía a Creta de los invasores. La idea de un ser «fabricado» por los humanos que cobra vida se repite también en el mito de Pigmalión, en el gólem de la mitología judía y en el monstruo de la novela *Frankenstein*, de Mary Shelley.

Hay motivos para creer que el conocimiento de los antiguos griegos y chinos les permitió construir los primeros mecanismos automatizados hace más de 2.000 años, pero el gran florecimiento de estos artefactos se produjo en la Francia del siglo XVIII. A partir de 1737, el ingeniero e inventor Jacques de Vaucanson creó los primeros autómatas modernos. Dos de ellos, *El Flautista* y *El Tamborilero*, eran figuras humanas que se movían y reproducían canciones, y el tercero, el *Canard digérateur* (el pato con aparato digestivo), tenía forma animal. Aquella ave mecánica, compuesta por más de 400 piezas, asombró a sus contemporáneos no solo por su capacidad de mover las alas y graznar de forma autónoma, sino sobre todo porque era capaz de comer, beber y defecar.*

Los nuevos dispositivos inspiraron al médico Julien de La Mettrie un tratado titulado *El hombre máquina* (1747), donde afirmaba que «el ser humano es un reloj» y que «el cuerpo humano es una máquina que activa sus propios resortes». Asimismo, citaba las creaciones de Vaucanson y aseguraba que aún habría sido más ingenioso construir un humano que hablara. «Desde luego —añadía—, es una máquina que en absoluto puede considerarse imposible.»†

En este ambiente intelectual, la Enciclopedia de Diderot y D'Alembert incluyó en su primera edición de 1751 una entrada para la palabra «autómata», y otra para el novedoso concepto de **androide**, definido como «autómata de figura humana que, por medio de ciertos resortes y cuerdas bien dispuestas, actúa y realiza otras funciones en apariencia similares a las del ser humano». La palabra «androide» llegó al *Diccionario de la lengua castellana* un siglo más tarde, en 1884, donde se recogió como «autómata de figura humana», pero no se hizo universalmente conocida hasta poco después, tras el éxito de la novela *La Eva futura*, de Auguste Villiers de L'Isle-Adam. El protagonista de la obra, publicada en 1886, es un millonario que se hace construir una réplica mecánica de su prometida tan bella como el original, pero dotada de una gran inteligencia (nótese la misoginia). Esta autómata, a la que el autor se refiere como «andreida», responde al arquetipo de mujer robótica que conduce al hombre a la perdición. El mismo arquetipo ya había aparecido en el relato *El hombre de arena*, de E. T. A. Hoffmann (1817), a través de la autómata Olimpia, y en cierto modo se reproduciría en la película *Metrópolis*, dirigida por Fritz Lang en 1927, a través de la icónica androide María.

El concepto de robot alumbrado por Capek en 1920 resumía tan bien la idea de un ser mecánico que eclipsó con rapidez términos anteriores como «autómata» y «androide», aunque no llegó a sustituirlos del todo. Las tres palabras tienen en común que nacieron de la imaginación humana y se adelantaron a las creaciones materiales de los científicos e ingenieros, hasta el punto de que llegaron a condicionar el futuro.

En el siglo XIX, la ciencia ficción soñó con los viajes a la Luna y anticipó los viajes en el tiempo. Ya en el XX, reutilizó vocablos como **alien** para referirse a los extraterrestres y creó otros términos y conceptos como **gravedad cero**, **virus informático**, **teletransporte** o **espacio profundo**. En la película muda *La mujer en la Luna*, dirigida por Fritz Lang en 1929, solo dos años después de *Metrópolis*, aparecía el lanzamiento de un cohete precedido por una cuenta atrás que se copió en la carrera espacial. En la novela de H. G. Wells *El mundo se liberta*, de 1914, apareció por primera vez el concepto de **bomba atómica**. Y Arthur C. Clarke describió el sistema de comunicación por «satélites artificiales» en 1945, diez años antes de que estos fueran una realidad.

Del ámbito de la ciencia ficción nació también el término **robótica**, inventado en 1942 por Isaac Asimov. El por entonces jovencísimo escritor estaba harto de que los robots solo hubieran sido imaginados como una amenaza para la humanidad. Tal vez para abrirse a sí mismo la posibilidad de escribir sobre este tema sin limitaciones, publicó un cuento titulado *Círculo vicioso* (*Runaround*) en el que formulaba las que serían conocidas como las **Tres leyes de la robótica**: 1. Un robot no puede dañar a un ser humano o, por inacción, permitir que un ser humano sufra daños.

2. Un robot debe obedecer las órdenes que le den los seres humanos, excepto cuando tales órdenes entren en conflicto con la Primera Ley.
3. Un robot debe proteger su propia existencia, siempre que dicha protección no entre en conflicto con la Primera o Segunda Ley.

Pero el viejo miedo a la rebelión de las máquinas era demasiado poderoso como para sofocarlo con unas simples leyes.

INTELIGENCIA EXTERMINADORA Aunque Asimov y otros escritores desarrollaron un universo creativo donde la convivencia de humanos y robots era posible, la tentación de imaginar un futuro en el que los androides acaban con la humanidad era demasiado grande. Fruto de esta obsesión es la saga *Terminator* y una larga lista de películas sobre

robots asesinos. A partir de 1950, la ciencia ficción fue tan prolífica que generó nuevas modalidades de híbridos de humano y robot a las que hubo que poner nombre. En 1960, los científicos Manfred E. Clynes y Nathan S. Kline acuñaron una nueva palabra para referirse a esos seres humanos del futuro, que tendrían tecnologías incorporadas con las que podrían sobrevivir en ambientes extraterrestres: Para el complejo organizativo exógenamente extendido que funciona de forma inconsciente como un sistema homeostático integrado, proponemos el término **Cyborg** [acrónimo de «organismo cibernético», en inglés].

A medida que avanzaba el desarrollo de las ciencias de la computación, los cuerpos metálicos de los autómatas se fundieron con las nuevas mentes artificiales capaces de realizar los cálculos más asombrosos. En 1936, el matemático británico Alan Turing propuso la hipótesis de una máquina capaz de resolver cualquier problema que pudiera representarse mediante un algoritmo, lo que se conocería como la **máquina de Turing**. Veinte años más tarde, en 1956, otro grupo de científicos acuñó por primera vez el término **inteligencia artificial**, y el desarrollo de estas nuevas herramientas vino acompañado de los mismos miedos que había traído la idea de los robots. «De aquí a veinte años —predijo el científico Herbert Simon en 1965—, las máquinas serán capaces de hacer cualquier trabajo que pueda hacer un humano.»

La amenaza ya no era solo física, sino intelectual. Por eso, en 1968, cuando Stanley Kubrick escribió con Arthur C. Clarke —a partir de un relato de este autor— el guion de *2001: Una odisea del espacio*, el protagonista ya no era un temible androide, sino una supercomputadora llamada HAL 9000 (el acrónimo en inglés de *Computador algorítmico programado heurísticamente*),* y eran sus pensamientos —y no una amenaza meramente física— los que conducían a una potencial destrucción.

UN GALÁPAGO PATAS ARRIBA A medida que la capacidad tecnológica fue dando alcance a la capacidad de soñar de los escritores, los robots se fueron haciendo más parecidos a los humanos, y la posibilidad de que resultaran indistinguibles de nosotros también empezó a ser mucho más real. El conflicto que despierta en nuestra mente el hecho de estar ante una criatura de naturaleza ambigua había sido explorado muy pronto, precisamente a partir de los primeros relatos sobre androides. En 1906, el psiquiatra alemán Ernst Jentsch escribió un ensayo titulado *Sobre la psicología de lo siniestro*. En este trabajo, Jentsch ahondaba sobre la sensación de incertidumbre o inquietud (*unheimlich*, en alemán) que se experimenta cuando dudamos de si una figura

aparentemente inanimada está en realidad dotada de vida. O cuando algo que nos resulta familiar presenta un aspecto que no reconocemos del todo. Es ese mismo malestar, precisaba Jentsch, que experimentan algunas personas cuando están ante una figura de cera o ante un muñeco que abre y cierra los ojos con un mecanismo automático. Y se refería explícitamente a la maestría con que algunos autores como E. T. A. Hoffmann utilizaban este recurso, en alusión a la muñeca autónoma Olimpia del relato *El hombre de arena*, que generaba en el lector la incertidumbre de no saber si se trataba de un ser vivo o de un autómata.

Aquel ensayo inspiró a Sigmund Freud a escribir en 1919 un artículo titulado *Lo siniestro*, aunque, a su juicio, el elemento más inquietante del relato de Hoffmann no era la muñeca robótica. En cualquier caso, aquel debate tuvo tanto peso en el ámbito de nuestra relación psicológica con la tecnología que cuando, en 1970, el experto en robótica Masahiro Mori se dio cuenta de que los seres humanos se sentían más incómodos a medida que un robot se parecía más a una persona, bautizó su descubrimiento como **hipótesis del valle inquietante** (el valle hacía referencia a la bajada en la sensación de familiaridad que aparecía en las gráficas).

En 1950, tras plantearse la pregunta de si las máquinas pueden pensar, Alan Turing diseñó una estrategia para intentar distinguir si estamos ante un ser humano o ante una inteligencia artificial, un examen basado en una conversación que se conoció más adelante como **Test de Turing**. Inspirado por estas ideas, en su novela *¿Sueñan los androides con ovejas eléctricas?*, de 1968, Philip K. Dick imaginó una prueba para detectar androides de aspecto humano llamada **Test Voight-Kampff**, que posteriormente serviría a Ridley Scott para la escena de apertura de la película *Blade Runner*, de 1982, basada en el texto. En esa escena vemos a un examinador de la compañía Tyrell que está interrogando a un individuo de aspecto sospechoso. El entrevistador le pide que se imagine que está en un desierto y que se encuentra una tortuga. «El galápago yace sobre su espalda con el estómago cociéndose al sol y moviendo las patas para darse la vuelta, pero sin su ayuda no puede —le dice—. Y usted no le ayuda.» Este planteamiento dispara las constantes vitales del interrogado, que un instante después, cuando le preguntan por su madre, se revela violentamente como un androide.

En la adaptación al cine de la novela de Philip K. Dick, Ridley Scott quiso buscar una alternativa para la palabra «androide» y pidió al guionista, David Peoples, que buscara un nuevo término que no remitiera a ninguna historia de ficción anterior. Peoples consultó con su hija, que por entonces estudiaba biología, y ella le habló de la replicación del ADN. De ahí surgió una nueva nomenclatura para los

autómatas de la película, la palabra **replicante**. De paso, con el monólogo final del androide Roy Batty («Yo he visto cosas que vosotros no creeríais…»), la película nos invitaba a ponernos en el lugar de estas criaturas y nos hacía plantearnos la existencia desde su punto de vista.

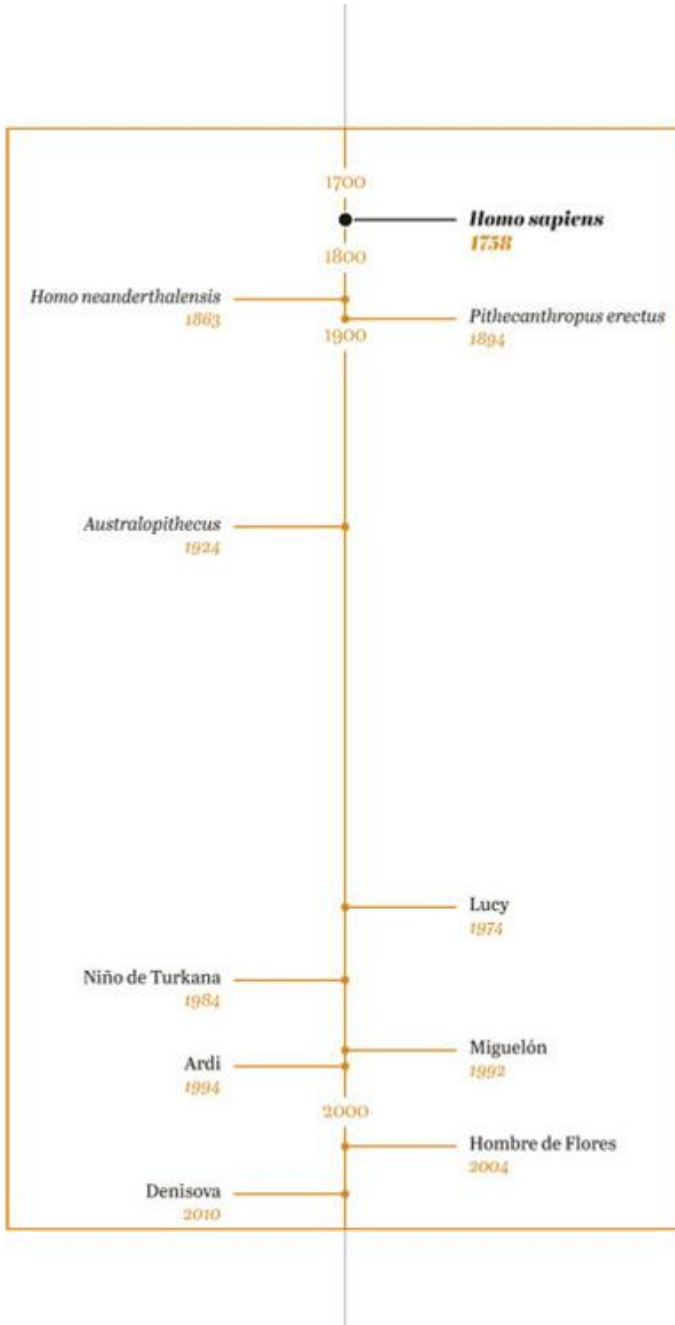
Aunque el asunto de la distinción entre humanos y máquinas pudo parecer en su momento exclusivamente teórico, más adelante se demostró muy útil en el ámbito de las tareas cotidianas. En el año 2000, un grupo de investigadores diseñaron un sistema que permitía distinguir entre un humano y una máquina en los nuevos entornos digitales y lo llamaron **CAPTCHA**, que son las siglas en inglés de «prueba de Turing completamente automática y pública para diferenciar ordenadores de humanos». Gracias a este mecanismo —por el que una persona reconoce fácilmente una serie de caracteres o imágenes que a una inteligencia artificial le cuesta identificar—, es posible proteger los sistemas en línea de ataques automatizados y programados que podrían causar grandes daños.

Los robots del futuro

En las últimas décadas se han producido grandes avances tanto en el campo de la robótica como en el de la inteligencia artificial. En cuanto al soporte físico, los robots han evolucionado desde el simpático Asimo, un androide creado por Honda en 2000 capaz de subir escaleras, al humanoide Atlas y el perro Big Dog de la compañía Boston Dynamics, cuyas habilidades nos sumen en el «valle inquietante» de una forma que ni siquiera habíamos previsto. La tecnología ha permitido también el diseño de robots de tejidos blandos, de robots capaces de colaborar «en enjambre» y de distintos tipos de exoesqueletos; asimismo, se han creado numerosos prototipos basados en la combinación de electrónica y biología, como los primeros «robots vivos autorreplicantes» creados en 2021, a los que sus creadores han llamado **xenobots**.

En el campo de la computación se han fabricado grandes supercomputadores con capacidades espectaculares y se ha abierto la posibilidad de crear ordenadores cuánticos. Una de las estrategias más fructíferas ha sido la de intentar imitar el funcionamiento del sistema nervioso humano, aunque estos experimentos todavía presentan limitaciones. Algunos términos que ahora están muy en boga en este campo nacieron hace muchas décadas; el concepto de **red neuronal** (*neural network*) fue creado en 1944 en la Universidad de Chicago, el de **aprendizaje automático** (*machine learning*) fue acuñado en 1959 por un empleado de IBM, y el de **aprendizaje profundo** (*deep learning*) fue inventado en 1986, por citar algunos ejemplos.

Todos estos avances nos conducen a un futuro plagado de incógnitas, en el que conviven la amenaza de los robots bélicos —que numerosas voces han pedido limitar— con los robots de asistencia que mejoran la vida de personas con distintos grados de dependencia. Si lo que viene se parecerá más a una pesadilla distópica o a una arcadia tecnológica está todavía por decidir.


1700
Homo sapiens
1758
1800
Homo neanderthalensis
1863
Pithecanthropus erectus
1894
1900
Australopithecus
1924
Lucy
1974
Niño de Turkana
1984
Miguelón
1992
Ardi
1994
2000
Hombre de Flores
2004
Denisova
2010

S de Sapiens

De todas las decisiones que tomó Carlos Linneo mientras hacía su trabajo de clasificación, ninguna fue tan relevante como la de poner nombre a nuestra propia especie. Su labor de ordenación y asignación de nombres proporcionó un nuevo esquema con el que entender la naturaleza y allanó el camino que un siglo después llevaría a Charles Darwin a desarrollar la teoría de la selección natural. En palabras del filósofo Michel Foucault, Linneo asumió la tarea de fijar los nombres de las cosas mediante «una lengua bien hecha» y «universalmente valiosa», estableciendo un marco en el que las semejanzas y diferencias entre los seres vivos anticipaban una explicación evolutiva.

En 1735, en su primera versión del sistema de clasificación, Linneo tomó ya una decisión comprometida, que fue incluir al ser humano dentro de un nuevo orden al que bautizó como ***Anthropomorpha*** (con forma humana). Este orden contenía tres géneros de nueva creación: *Homo* (para nuestra especie), *Simia* (para los monos) y *Bradypus* («pie lento» en griego, para los perezosos). Fue al definir el género *Homo* cuando le asignó por primera vez la divisa *Nosce te ipsum*, el viejo aforismo clásico que significa «conócete a ti mismo». Seguramente, con esa sentencia quería destacar la capacidad del ser humano para reflexionar no solo sobre el mundo exterior, sino incluso sobre su propia naturaleza.

Aquella decisión recibió muchas críticas. En primer lugar, los seres antropomorfos aparecían bajo la etiqueta *Quadrupedia*, lo que no tenía sentido para animales bípedos como nosotros. Por otro lado, ¿qué tenía que ver el ser humano con animales como el mono y el perezoso? Su colega Johan Georg Gmelin le escribió, mostrando su incomodidad por la clasificación. Linneo se defendió en una carta de febrero de 1747: No es agradable para mí colocar al Hombre entre los monos (...), pero exijo de usted y de todo el mundo que me muestre la característica genérica en razón de la cual se puede distinguir entre humano y mono, y esto desde los principios de la Historia Natural. Ciertamente, yo mismo no conozco ninguna.

Al aplicar la lógica que había utilizado para sus clasificaciones, basada en la comparación de los rasgos anatómicos, Linneo estaba haciendo un ejercicio de honestidad, pese a estar convencido de que el ser humano era «superior» al resto de las especies. «Conozco la extraordinaria diferencia que hay entre un hombre y una bestia cuando los observo desde el punto de vista de la moralidad —justificó

en otro texto—, pero como naturalista me corresponde considerar al hombre y su cuerpo, pues apenas conozco un rasgo por el cual un hombre pueda ser distinguido de los simios, si no fuera porque todos los simios tienen un espacio entre sus colmillos y sus otros dientes, que se mostrarán con los resultados de una investigación más profunda.» Las similitudes en otros rasgos como las manos, la cara o los pezones eran demasiado evidentes como para ignorarlas, argumentó.

El mono sabio

Fue en la décima edición de su *Systema naturae*, de 1758, cuando Linneo revisó sus anteriores criterios. Cambió el controvertido grupo de «cuadrúpedos» por el de **mamíferos** (*Mammalia*) y sustituyó el término *Anthropomorpha* por el de ***Primates***, palabra de nuevo cuño derivada del latín *primus* (el primero) para señalar a este grupo como el más destacado entre los animales. Y fue en ese texto donde identificó por primera vez a nuestra especie con el nombre de ***Homo sapiens***, que se podría traducir como «humano sabio» y que recalcaba un poco más la supuesta superioridad de nuestra especie.

¿Por qué se inclinó por *sapiens* como término descriptivo? Las razones no se conocen con certeza. «Tal vez Linneo no quería implicar nada definitivo con la elección del nombre», escribió el especialista sueco Gunnar Broberg en uno de los ensayos más completos sobre el tema. A su juicio, podría haber elegido otro nombre como *Homo diurnus*, una etiqueta que utilizó en sus borradores para designar al hombre diurno que ha salido de las cavernas y que aparece en contraposición al *Homo nocturnus*, el «hombre nocturno», al que posteriormente clasificó como *Homo troglodytes*, por su condición de troglodita. Este habitante de las cuevas, al que también designó equívocamente como *Orang outan*, era una criatura que caminaba en posición erecta, se comunicaba con silbidos y supuestamente habitaba en Etiopía, Java y las islas Molucas.

Porque, además de proporcionar los mimbres para que otros tejieran la teoría de la evolución, Linneo también sentó las bases del posterior racismo científico al dividir nuestra especie en varias subcategorías —*Homo americanus*, *Homo europaeus*, *Homo asiaticus* y *Homo africanus*—, a las que distinguió por el color de su piel (roja, blanca, amarilla y negra) y por sus atributos psicológicos. Para sorpresa de nadie, en esta clasificación los africanos eran «débiles y negligentes» y los europeos eran «inteligentes e inventores». A aquella lista, Linneo añadió dos enigmáticas categorías: el *Homo ferus* (para referirse a los niños ferales, criados sin contacto con otros humanos) y el *Homo monstruosus*, para los grupos de humanos que presentan

características físicas llamativas, como los gigantes patagones, los enanos alpinos y los hotentotes.

Curiosamente, aunque hacía tiempo que había eliminado la etiqueta *Paradoxa*, Linneo se resistió a suprimir los elementos fantasiosos en lo referente a la naturaleza humana. Como si la sucesión de seres que aparecen en el espectro continuo de nuestra historia, apuntó Foucault, hubieran sido «recortados sobre el fondo incesante de monstruosidades que aparecen, centellean, caen al abismo, y a veces, se mantienen».

«Homo sapiens» vs «Homo stupidus»

Cuando, en 1859, Charles Darwin publicó *El origen de las especies*, la hipótesis que hizo temblar los cimientos de la sociedad fue que el ser humano estuviera emparentado con los monos. A pesar de todo, el naturalista inglés pasó de puntillas por la cuestión específica de la evolución humana, consciente de que podía suscitar aún más rechazo hacia sus ideas.* Hubo que esperar hasta 1871, año en que publicó *El origen del hombre*, para conocer con claridad su postura: La principal conclusión a la que aquí se ha llegado (...) es que el humano desciende de alguna forma altamente menos organizada.

La prudencia de Darwin a la hora de abordar el asunto se explica en parte por el hecho de que, más de cien años después de la clasificación revolucionaria de Linneo, apenas se habían encontrado fósiles que ayudaran a explicar el pasado humano. A pesar de ello, uno de sus más firmes seguidores, el influyente naturalista alemán Ernst Haeckel, se atrevió a dibujar los primeros árboles genealógicos de nuestra especie. «Su audacia me hace temblar a veces, pero (...) alguien tiene que ser lo suficientemente audaz para comenzar a hacer árboles genealógicos», le escribió Darwin por carta. En 1860, el alemán publicó un primer esquema de este tipo en el que representó y nombró a dos supuestos «eslabones» en la evolución del ser humano, concebidos como las formas «menos desarrolladas» que debieron de precedernos. Y bajo la etiqueta de *Homo sapiens*, situada en la cúspide, colocó al ***Homo stupidus*** (el hombre estúpido, en contraposición al sabio) y al ***Pithecanthropus alalus*** (el hombre-mono sin lenguaje).

Así como las clasificaciones creadas por Linneo fueron el andamiaje sobre el que cristalizaron las ideas científicas posteriores, Haeckel rellenó su esquema condicionado por su visión de la evolución y consideró que, bajo la sombra del humano sabio, debía de haber existido antes un humano idiota incapaz de pensar, y otro aún menos desarrollado, incapaz incluso de hablar. Y, al materializar aquel esquema, él también condicionó la forma en que se clasificaron los descubrimientos posteriores.

Mientras se producía aquel debate teórico, el molde de unos huesos de apariencia simiesca encontrados en un valle de Alemania pasaba de mano en mano entre los expertos que trataban de determinar su naturaleza. El hallazgo —que se produjo de forma accidental durante los trabajos en una cantera de tierra caliza en el valle de Neander (llamado así por un predicador del siglo XVII, Joachim Neander)— tuvo lugar en 1856, solo tres años antes de la publicación de *El origen de las especies*. Los huesos eran tan peculiares que, al principio, los trabajadores pensaron que pertenecían a un oso. Los restos del cráneo mostraban una frente muy estrecha y unos arcos superciliares muy marcados, además de una complexión muy robusta, por lo que el anatomista alemán que los examinó en primer lugar, Hermann Schaaffhausen, llegó a la conclusión de que pertenecían a «una raza bárbara y salvaje», quizá un ancestro de los humanos.

Pero la idea era demasiado atrevida para los prejuicios de la época. El también anatomista August Franz Josef Karl Mayer examinó los restos y concluyó que la forma de la pelvis se podía explicar porque el individuo había pasado la vida montado a caballo. También afirmó que la prominencia de las cejas la había causado el continuo dolor que le producía una fractura en el brazo (¡se había enfurruñado tanto que incluso había arrugado el cráneo!). En resumen, aseguró, aquellos restos probablemente pertenecían a un cosaco ruso que había buscado refugio en aquella cueva durante las guerras contra Napoleón, en torno a 1814. En la misma línea, el biólogo Rudolf Virchow, otra de las grandes autoridades científicas de la época y quien se oponía a las tesis de Darwin, afirmó tras examinar aquellos restos que el ya conocido como **hombre de Neandertal** no era un ser humano primitivo, sino un individuo deformado por el raquitismo y la artritis.

En 1861, los trabajos de los especialistas alemanes fueron traducidos al inglés. En la misma época, el geólogo Charles Lyell hizo un molde de aquel peculiar cráneo que cayó en manos del biólogo Thomas Huxley, quien le dedicó buena parte de las reflexiones de su libro *El lugar del hombre en la naturaleza*, de 1863. «La cuestión suprema para la humanidad, el problema que está en la base de todos los demás y que nos interesa más profundamente que ningún otro, es la determinación del lugar que el hombre ocupa en el conjunto de las cosas», escribió. «¿De dónde procedemos?» Al examinar los restos de Neandertal, el amigo de Darwin consideró que se trataba de un fósil muy antiguo, pero descartó que se tratara de un ancestro de los seres humanos, pues aparentemente aquella criatura había vivido en la misma época de los grandes mamíferos que aparecían en el entorno de la cueva: era demasiado reciente.

En aquel mismo año de 1863, el geólogo escocés William King se hizo con otra copia del cráneo y —en una reunión en la sede de la Asociación Británica para el Avance de la Ciencia (BAAS)— pronunció por primera vez el nombre de la especie ***Homo neanderthalensis***. En un arrebato de lucidez, King afirmó que aquellos restos pertenecían a otra especie dentro del género humano, una afirmación revolucionaria y reveladora que cambiaba el marco en el que se había mantenido la discusión hasta entonces. Pero la clarividencia le duró solo unos meses, porque, un año después, al publicar su artículo *El reputado hombre fósil de Neandertal*, manifestó su cambio de parecer en una nota que aparece al final del texto. El hombre de Neandertal le parecía ahora tan diferente que, a su juicio, no se trataba de otra especie, sino que pertenecía seguramente a otro género: En la última reunión de la Asociación Británica, celebrada en Newcastle, se leyó un documento que defendía las opiniones contenidas en este artículo. En ese artículo llamé al fósil con el nombre de *Homo Neanderthalensis*, pero ahora me siento fuertemente inclinado a creer que no es sólo específica, sino genéricamente distinta del Hombre.

Por desgracia, William King no vivió lo suficiente para ver hasta qué punto había acertado al poner aquel nombre a los huesos encontrados en el valle de Neander. El mismo año de su muerte, en 1886, se encontraron en Spy, Bélgica, los esqueletos completos de dos individuos de la misma especie (antes se habían hallado otros restos en Gibraltar) y, a partir de aquel momento, se consolidó la denominación *Homo neanderthalensis*. Como dice Julio Arrieta, la acumulación de hallazgos fósiles barrió del mapa «aquellas primeras especulaciones sobre cosacos perdidos, enfermos deformes y el tonto del pueblo». Y la ciencia dio un salto de gigante al demostrar que los humanos no estábamos tan solos en la rama de la evolución como algunos habían imaginado.

El hombre erguido

Las ideas preconcebidas sobre la superioridad del hombre pesaron a la hora de juzgar los restos de Neandertal: eran demasiado recientes, y su cráneo demasiado grande (más incluso que el nuestro), para corresponder al antepasado imbécil que había imaginado Haeckel al crear la etiqueta de *Homo stupidus*. Como destaca Ian Tattersall, por la misma lógica, cuando en 1891 el anatomista holandés Eugène Dubois descubrió en la isla de Java lo que parecían los restos de un antepasado remoto del ser humano con rasgos simiescos y un cerebro pequeño, le pareció perfectamente lógico llamarlo ***Pithecanthropus erectus***, retomando el término inventado por Haeckel para un supuesto hombre-mono incapaz de hablar (el *Pithecanthropus alalus*).

La aparición de esta nueva especie de homínido, al que hoy denominamos ***Homo erectus***, fue el pistoletazo de salida para los descubrimientos de nuevas especies de la familia humana que fueron enriqueciendo nuestro árbol genealógico. En 1924, el antropólogo australiano Raymond Dart aportó una pieza fundamental para entender nuestro pasado, al hallar en Sudáfrica los restos de un individuo infantil que hoy sabemos que tenían una antigüedad de 2,8 millones de años. Al año siguiente publicó su hallazgo en la revista *Nature*, donde bautizó a la especie como ***Australopithecus africanus*** (un mono del sur africano) y la describió como «una raza extinta de simios intermedios entre los antropoides vivos y los humanos». Aquellos restos fueron bautizados como **el niño de Taung** y, más tarde, a partir del análisis de las lesiones del cráneo y de las órbitas oculares presentes en el fósil, se supo que probablemente había muerto por el ataque de un ave rapaz de gran tamaño.

Una familia con nombres propios

Al ampliarse la familia humana, junto con los nuevos nombres científicos como *Homo habilis* u *Homo antecessor* (descubierto y nombrado por el equipo investigador del yacimiento de la sierra de Atapuerca, en España), a menudo se hicieron populares los nombres «comunes» de las especies. Se adoptaron fórmulas como «neandertal», «australopiteco» o «cromañón» (por los huesos de *Homo sapiens* hallados en 1869 en la cueva francesa de Cro-Magnon), que facilitaban el uso cotidiano de los conceptos, así como una serie de nombres propios asociados a los fósiles individuales, que permitían comunicar los hallazgos a la opinión pública de una forma más sencilla. Al niño de Taung le siguió el «niño de Turkana», un individuo joven de 1,6 millones de años descubierto en 1984 junto al lago del mismo nombre en Kenia, y otros fósiles famosos como la «señora Ples» y «Pie pequeño» (ambos australopitecos), Ardi (*Ardipithecus ramidus*), el «Hobbit» (nombre dado por la prensa al Hombre de Flores, *Homo floresiensis*) o el español «Miguelón», nombre que homenajeaba al ciclista español Miguel Induráin y que fue acuñado por el equipo de Atapuerca al descubrir el cráneo número 5 de *Homo heidelbergensis* en la Sima de los Huesos.

Pero el fósil más carismático de todos fue el descubierto en 1974 por un equipo de paleoantropólogos en Etiopía. Los restos de aquella homínida, con una antigüedad de unos tres millones de años, estaban muy bien conservados y representaban uno de los ancestros más antiguos de nuestra especie, una de las piezas con las que los naturalistas del XIX habían soñado. El fósil fue catalogado científicamente como ***Australopithecus afarensis***, en honor de la tribu

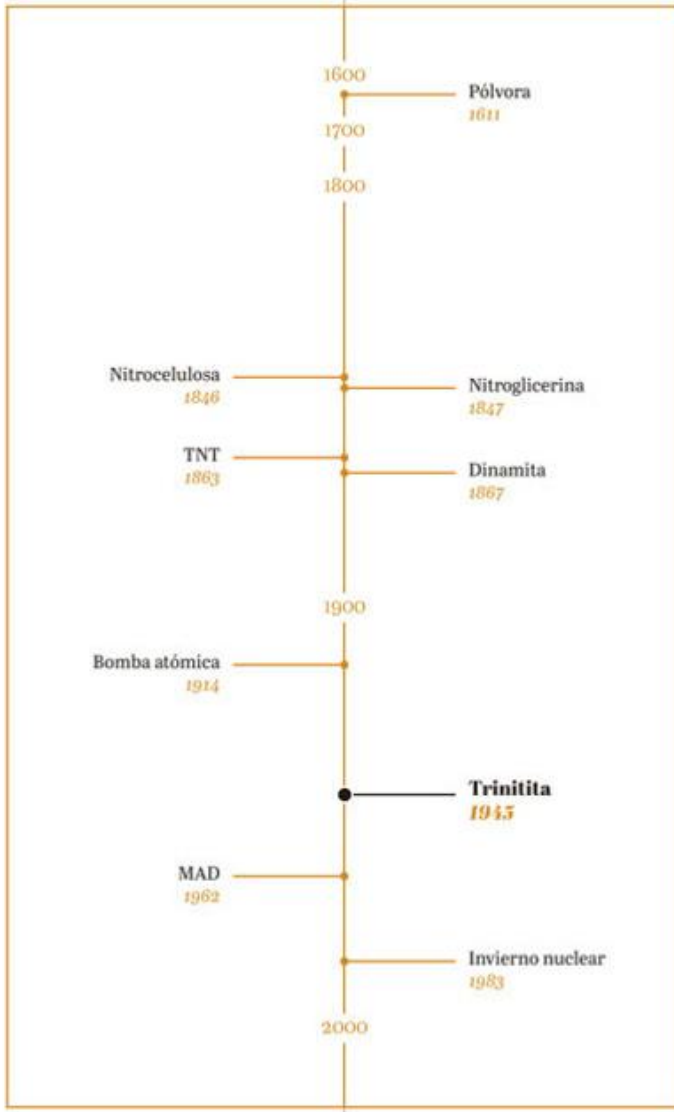
Afar que habitaba en la zona del hallazgo, pero el espécimen fue conocido internacionalmente por el nombre de **Lucy**. Uno de los líderes del equipo internacional, el estadounidense Donald Johanson, explicó en una entrevista la elección de ese nombre: Un miembro de la expedición sugirió que si era una hembra, como sospechábamos, por qué no llamarla Lucy, por la canción de los Beatles *Lucy in the sky with diamonds*, que estaba sonando en el pequeño radiocasete Sony la noche en que la encontramos.

El concepto cuajó enseguida. De hecho, el investigador estaba convencido de que aquel fósil se convirtió en parte de la cultura popular por la elección de un nombre tan pegadizo como aquel. «Creo que eso es parte de lo que la llevó a convertirse en un icono, el haberle dado este nombre cariñoso con el que la gente podía identificarse —aseguró Johanson—. Cuando vieron las fotografías, ya no era un trozo de mandíbula o incluso un cráneo mirando con las cuencas de los ojos vacías: era el rostro de un individuo.» Hoy en día, las reproducciones de los huesos de Lucy, e incluso del aspecto que pudo tener esta homínida, están entre las piezas más populares de algunos de los principales museos de antropología del mundo, pero los restos originales están guardados en una caja fuerte del Museo Nacional de Adís Abeba, en Etiopía.

El holotipo perdido

Curiosamente, Johanson y su equipo no eligieron a Lucy como «holotipo» de la especie *Australopithecus afarensis* (se llama holotipo al ejemplar físico que se usa cuando se describe formalmente una especie), sino que optaron por la mandíbula de otro individuo llamado LH 4. Es interesante saber que, para cada especie de homínido (y de cualquier otro ser vivo), se conserva el ejemplar que sirvió para describir la especie. Así, los restos del primer hombre de Neandertal, que fueron encontrados en 1856 y que tanto dieron que hablar, son el holotipo del *Homo neanderthalensis*, y los restos del «hombre de Java», hallados por Dubois en 1891, son el holotipo del *Homo erectus*. ¿Dónde está entonces el holotipo del *Homo sapiens*?

Como cuando nuestra especie fue descrita nadie pensó que hiciera falta holotipo alguno, nos quedamos sin representante hasta que, en 1953, el botánico William Stearn cayó en la cuenta de este olvido y propuso designar al propio Linneo, cuyo cuerpo está enterrado en la Catedral de Uppsala, como ejemplo de referencia (o lectotipo) de nuestra especie. La propuesta fue aceptada y fue así como aquel naturalista sueco obsesionado con los nombres de las cosas, el mismo que bautizó al *Homo sapiens*, se convirtió finalmente en su representante.


1600
Pólvora
1611
1700
1800
Nitrocelulosa
1846
Nitroglicerina
1847
TNT
1863
Dinamita
1867
1900
Bomba atómica
1914
Trinitita
1945
MAD
1962
Invierno nuclear
1983
2000

T de Trinitita

En la madrugada del lunes 16 de julio de 1945, el piloto militar John R. Lugo viajaba al mando de un avión de transporte al este de Albuquerque, en Nuevo México, cuando pensó que estaba amaneciendo antes de tiempo. «Mi primera impresión fue que el sol estaba saliendo por el sur —recordó—. ¡Menuda bola de fuego! Era tan brillante que iluminó la cabina del avión.» Un instante después, informó a las autoridades de la situación, pero no obtuvo explicaciones, solo una instrucción muy precisa: «No vuele hacia el sur».

Aquella mañana, a las 05:29:45 hora local, otras muchas personas fueron testigos de la explosión que iluminó una extensa área del desierto durante unos segundos y produjo una nube en forma de hongo de 12 kilómetros de altura. Ninguna de esas personas era consciente de que acababa de presenciar uno de los momentos más relevantes de la historia reciente, la primera detonación de una bomba nuclear, un arma con una capacidad de destrucción sin precedentes, tan potente como para dejar un cráter de 330 metros de ancho y tres metros de profundidad, y como para fundir las rocas del terreno hasta formar un nuevo mineral.

Aquel ensayo, bautizado como Trinity por el director del laboratorio de Los Álamos, Robert Oppenheimer, en alusión a un poema de John Donne sobre la Santísima Trinidad, era la antesala de una de las mayores atrocidades de la historia de la humanidad: pocas semanas después, se lanzaron dos bombas nucleares sobre las ciudades japonesas de Hiroshima y Nagasaki, que mataron al instante a más de 240.000 personas. El desarrollo de aquella nueva capacidad de destrucción marcó el inicio de una época que un reportero del *New York Times* bautizó como la **era nuclear**, y la proliferación de estas armas dio lugar a un periodo de tensión e incertidumbre entre las distintas potencias que el escritor George Orwell etiquetó tempranamente como **guerra fría**. En las décadas siguientes, los cientos de ensayos nucleares realizados en todo el mundo dejaron una huella isotópica en la atmósfera, en la superficie del planeta y en todas las criaturas vivas, una transformación de tal calibre que algunos científicos han propuesto la fecha de la detonación de Trinity como la marca de una nueva era geológica, caracterizada por la capacidad del *Homo sapiens* para alterar el planeta a gran escala.

Pero el conocimiento para hacer explotar cosas se remonta a mucho más atrás. Y también tuvo un papel relevante en el devenir de

las civilizaciones.

«Medicina de fuego»

Aunque desconocemos los detalles, sabemos que la pólvora fue inventada por los chinos hace alrededor de 3.000 años, tras mezclar salitre (nitrato de potasio) y azufre para elaborar remedios medicinales. La palabra china para «pólvora» significa literalmente «medicina de fuego», y algunas fuentes apuntan a que se descubrió cuando intentaban crear una poción para la inmortalidad, lo cual, teniendo en cuenta su aplicación posterior, no deja de tener su gracia. Un texto taoísta del siglo IX a. C. explicaba que, si se mezclaba sulfuro y salitre con miel, se obtenían humo y llamas, e informaba de que, al hacer la mezcla, las «manos y caras» de los que estaban presentes sufrieron quemaduras, e incluso ardió «la casa entera en donde estaban trabajando».

Con el tiempo, los chinos desarrollaron los primeros cañones y bombas, y el conocimiento de la pólvora fue viajando paulatinamente hacia occidente. En 1241, durante la batalla de Mohi contra el reino de Hungría, los mongoles emplearon armas de fuego y granadas que sorprendieron a los europeos. Su uso se extendió también hacia Oriente Medio, donde los musulmanes llamaron a aquel salitre **nieve china** y empezaron a emplearlo en armas de fuego. En la crónica del rey Alfonso XI sobre el sitio de Algeciras de 1343, se cuenta que los árabes utilizaban bolas de hierro «que las lanzaban con truenos, de los que los cristianos sentían un gran espanto, ya que cualquier miembro del hombre que fuese alcanzado era cercenado como si lo cortasen con un cuchillo». Dos siglos después, con pequeños cañones como aquellos, llamados bombardas, Hernán Cortés impresionó en su camino a Tenochtitlán a los mexicas, a quienes les parecía que aquellas armas «echaban rayos como caen del cielo». Y en fecha tan avanzada como 1780, el sultanato de Mysore, al sur de la India, derrotó a los británicos empleando cohetes encapsulados en hierro que eran el precedente de los modernos proyectiles.

El primer registro de la palabra **pólvora** en un diccionario aparece en el *Tesoro de la Lengua española* de Covarrubias, en 1611, donde se dice que es «un polvo granujiento, el cual se hace de salitre y piedra azufre» y que «sirve para cargar las piezas de artillería y arcabuzes». Un siglo más tarde, la entrada del *Diccionario de autoridades* de 1737 aclara que la palabra «viene de la voz Polvo, porque reducen sus materiales a polvo para hacerla».

En el transcurso de unos pocos siglos, y gracias a aquel «polvo explosivo», el mundo se llenó de mosquetones y cañones de todo tipo que cambiaron la forma de hacer la guerra. Los estados

monopolizaron la fabricación de aquella sustancia explosiva y se dotaron de medios para obtener el nitrato de potasio necesario con el que alimentar sus polvorines. A partir del siglo XIX, además, se sucedieron una serie de innovaciones técnicas (como la invención de la ametralladora) que multiplicaron la capacidad destructiva de las armas de fuego. Pero los cambios más relevantes no iban a surgir en los campos de batalla, sino en los laboratorios.

EL ALGODÓN QUE EXPLOTA En 1846, como ya hemos visto, el químico germano-suizo Christian Friedrich Schönbein halló una sustancia muy explosiva mientras realizaba un experimento en la cocina de su casa (véase «L de Látex»). El hallazgo se produjo tras derramar sobre un delantal una mezcla de ácido sulfúrico y ácido nítrico y ponerla a secar sobre una estufa. Al ver la velocidad con la que ardía, Schönbein se dio cuenta de que la celulosa del delantal se había transformado en lo que bautizó como **nitrocelulosa**, una sustancia que intentó convertir en un sustituto de la pólvora, pues tenía la ventaja de producir menos humo.

Durante un tiempo, aquel **algodón-pólvora** resultó muy prometedor (es lo que utilizan los protagonistas de *De la Tierra a la Luna*, de Julio Verne, para lanzar el proyectil al espacio), pero los accidentes mortales que provocaba su manejo frenaron los avances, hasta que, en 1884, el químico francés Paul Vieille dio con la fórmula adecuada y produjo lo que se conocería posteriormente como **pólvora B** o **pólvora sin humo**, una mezcla de nitrocelulosa insoluble y gelatinizada con una capa de parafina que era tres veces más potente que la tradicional **pólvora negra**.

Aunque algunos compuestos eran más peligrosos e inestables que la pólvora, a finales del siglo XIX empezaba a haber un amplio catálogo de alternativas a la hora de volar cosas por los aires. En 1891, el químico alemán Carl Häussermann descubrió las propiedades explosivas de una sustancia que había empezado a aplicarse como tinte para telas treinta años antes. Se trataba del **trinitrotolueno**, más conocido por las siglas **TNT**. Este explosivo, elaborado mediante la nitración del tolueno (un hidrocarburo aromático que se obtenía de un árbol tropical), empezó a ser utilizado en proyectiles por los alemanes en 1902 y, con el tiempo, se convirtió en uno de los más usados en la industria militar y en la minería, aunque tenía serios competidores.

PODER ENCAPSULADO

Como pasó con la historia de los pigmentos y de los nuevos materiales, muchas de las grandes innovaciones en el campo de los explosivos se lograron por casualidad o por accidente. En 1847, solo

unos meses después del descubrimiento de la nitrocelulosa, el químico italiano Ascanio Sobrero se destrozó la cara cuando trabajaba con un aceite explosivo en su laboratorio. Al poner una sola gota de aquella sustancia en el tubo de ensayo y colocarla cerca de la llama, se produjo una explosión que le llenó el rostro de esquirlas. Sobrero bautizó a aquel peligroso aceite como «piroglicerina». Sin embargo, como se formaba a partir de la fusión de grupos nitro ($-NO_2$) con la glicerina, se terminaría conociendo como **nitroglicerina**.

Tras intentar buscarle alguna utilidad práctica a aquel líquido explosivo, su creador se convenció de que era demasiado inestable para utilizarlo de forma segura. Cualquier cambio de presión o de temperatura, así como el más mínimo movimiento, provocaba que el líquido explotara y causara una desgracia. Aun así, sus cualidades eran tan atractivas que muchos químicos de la época se pusieron a buscar una forma de «domarlo» para aprovechar sus propiedades. Uno de ellos fue el joven Alfred Nobel, hijo de un fabricante sueco de material de guerra, que en 1863 inició una serie de experimentos junto a sus hermanos para conseguir explosiones controladas mediante nitroglicerina. La primera idea fue combinarla con pólvora y ponerle una mecha, pero tuvieron que refinar aquel sistema y añadirle un «detonador». De ese modo, pudieron empezar a vender sus primeros explosivos de «Aceite Fulminante».

En septiembre de 1864, todo parecía ir viento en popa. Alfred Nobel acababa de vender un pedido para la construcción del Canal de Suez cuando, de pronto, un depósito de nitroglicerina explotó junto al laboratorio de su empresa y mató a varios trabajadores, entre ellos su hermano Emil. La opinión pública se echó encima de los Nobel y de aquel líquido del demonio que acumulaba ya una larga lista de accidentes, pero Alfred no se rindió, fundó su propia empresa y se llevó las instalaciones a un lugar apartado, donde no supusieran una amenaza para la población. En 1867, después de muchas pruebas e intentos, probó a mezclar la nitroglicerina con un material absorbente —la tierra de diatomeas— para resolver el problema de su inestabilidad, y finalmente patentó un explosivo que comercializó con el sugerente nombre de **dinamita** (a partir de la palabra griega *dýnamis*, que significa «fuerza», «poder»).

Aquella mezcla era menos explosiva que la nitroglicerina original, pero aun así era cinco veces más potente que la pólvora y mucho más manejable. Tanto que, en los años siguientes, la empresa tuvo un crecimiento espectacular: abrió noventa y tres fábricas en veintiún países, y la dinamita sirvió para emprender grandes obras públicas como el metro de Londres. Por desgracia, los accidentes se repitieron, y la fama de «asesino» persiguió a Alfred durante el resto de sus días. Cuenta Sam Kean en *El último aliento de César* (Ariel, 2018) que, tras la

muerte de otro de sus hermanos en 1888, un periódico francés creyó que había muerto Alfred y publicó el titular «Muere el mercader de la muerte». Tras leerlo, y para salvar su reputación, Alfred Nobel cambió su testamento y decidió dejar todo su dinero a una fundación que cada año recompensaría a las mejores investigaciones en química, física y medicina con unos premios que todavía hoy llevan su nombre.

Como curiosidad añadida, los médicos habían descubierto, por la misma época, que la nitroglicerina tenía un fuerte efecto vasodilatador, así que empezaron a aplicarla para tratar enfermedades vasculares. En 1896, pocos meses antes de su muerte, a Alfred Nobel le recetaron esta sustancia para tratar sus problemas cardíacos. «¿No es una ironía del destino que me hayan prescrito nitroglicerina para que la introduzca en mi cuerpo?», le escribió a un amigo. «Lo llaman **Trinitrina**, como para no asustar a los químicos y al público». Y no le faltaba razón, pues en los vademécums sigue constando como «gliceril trinitrato» o como «trinitrato de glicerilo» para evitar el término y no causar rechazo.

Un «lago de jade»

En septiembre de 1945, dos meses después de la primera explosión nuclear en Alamogordo, el ejército de Estados Unidos llevó a una treintena de periodistas hasta el lugar de la detonación para mostrarles los efectos de Trinity. «Visto desde el aire, el cráter parece un lago de jade verde con una llamativa forma de estrella», escribió el reportero de la revista *Time*. Al aterrizar, vieron que aquel material verde estaba compuesto por miles de pequeñas virutas de cristal formadas durante la explosión tras fundirse el terreno y volver a enfriarse. Según decía el artículo, algunos periodistas que se habían metido pequeños fragmentos de aquel material en el bolsillo se deshicieron rápidamente de ellos cuando los detectores mostraron que aún eran altamente radiactivos.

En los momentos iniciales, según la documentación reunida más tarde, los militares se refirieron a aquel material como «polvo» o «cristal» de Trinity, pero fue el oficial Louis Hempelmann el primero en referirse al mineral como **trinitita** en una carta del 22 de octubre de aquel año. La primera referencia en un artículo científico apareció tres años después, en la revista *American Mineralogist*, donde Clarence Ross, del Servicio Geológico de Estados Unidos, hablaba de las «propiedades ópticas del cristal de Alamogordo», aunque no citaba el nombre del nuevo mineral. Desde el punto de vista geológico, estas partículas son el resultado de un enorme impacto capaz de derretir el terreno y configurar una nueva y extraña mezcla que se solidifica al enfriarse en el aire. Se trata de algo muy parecido a los fragmentos de

material que aparecen en los lugares de impacto de meteoritos, que reciben el nombre de **tectitas** (del griego *tektos*, «fundido»).

En el año 2016, un equipo de investigadores descubrió que hasta un 2,5 por ciento de las esférulas de cristal que aparecían en las playas de Hiroshima, en Japón, se habían formado en la explosión de agosto de 1945. El mineral del que están hechas recibe el nombre de **hiroshimita**.

Anticipando el horror

La experiencia traumática de la segunda guerra mundial dejó muchos nuevos términos relacionados con el horror al que había sido sometida la humanidad. En Japón se empezó a llamar ***hibakusha*** a los supervivientes de las explosiones nucleares —una expresión que significa literalmente «persona bombardeada»— y durante un tiempo se los trató como apestados. Cuando se supo lo que habían hecho los nazis en los campos de concentración, se popularizó la palabra **Holocausto** (del griego *olos*, que significa «todo», y *kaustos*, que significa «quemado») para referirse al asesinato de millones de judíos. En hebreo, esta atroz matanza se conoce como **Shoá** (La Catástrofe).

Con el avance de la guerra fría, que implicaba la posibilidad de un enfrentamiento nuclear entre las dos grandes potencias (Estados Unidos y la URSS), la palabra «holocausto» se reutilizó para hablar de un posible **holocausto nuclear**, un término que había sido anticipado unos años antes por la ciencia ficción. «Los ecos de este Holocausto retumbaron y rodaron... un claro olor a azufre... destrucción atómica», escribió Reginald Glossop en su novela *El huérfano del espacio*, de 1926. Una capacidad de adelantar el futuro comparable a la que había mostrado H. G. Wells unos años antes en su novela *El mundo se liberta* (1913), en la que no solo acuñó la expresión «bomba atómica», sino que resumió de forma extraordinaria la historia de la humanidad con los explosivos: (...) y estas bombas atómicas que la ciencia estalló en el mundo esa noche fueron extrañas incluso para los hombres que las usaron.

El texto también contenía pasajes que parecían extraídos de alguna de las terroríficas escenas reales que se vivieron en 1945, cuando se lanzaron bombas de este tipo contra la población: La bomba resplandeció en medio del aire con una luz escarlata (...). El piloto, con los ojos brillantes y mostrando los dientes en una sonrisa, contrabalanceó la oscilación del aparato describiendo curvas.

Hoy sabemos que el físico Leo Szilard tuvo la idea de la reacción en cadena en 1933, tras haber leído el libro de Wells, y que probablemente aquella lectura le condujo a ser el primero en

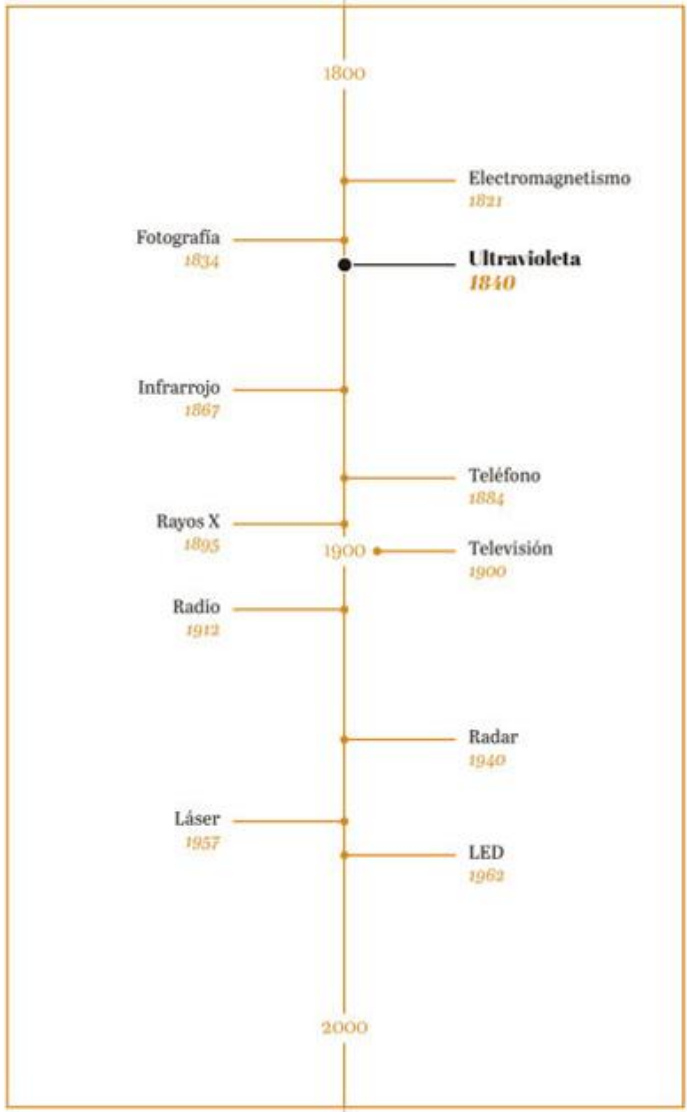
plantearse seriamente la construcción de bombas atómicas. «De repente, todas las cosas que había predicho H. G. Wells me parecieron reales», aseguró después. Aunque Szilard había defendido la necesidad de construir una bomba nuclear antes de que lo hiciera la Alemania nazi, cuando comprendió el potencial destructivo de aquellos artefactos fue de los primeros en oponerse a su uso y se convirtió en uno de los principales defensores del desarme nuclear.

Sobre el apocalipsis

A partir de los años cincuenta, el temor de que una guerra desatara la destrucción total hizo mella en el ánimo colectivo y tuvo un enorme impacto en el arte, el cine y la literatura de la época, dando lugar a una proliferación de obras que abordaban el tema de una forma u otra. En Italia hasta surgió un movimiento artístico llamado **eaismo** (de «era atómica» + -ismo), que pretendía reflejar el rechazo a la nueva situación de amenaza para los seres humanos.

En el ámbito científico, los autores del Boletín de Científicos Atómicos crearon en 1947 el **Reloj del Apocalipsis**, un dispositivo simbólico en el que la humanidad se sitúa a pocos minutos de la medianoche, la hora de la destrucción total. En 1962, el experto en estrategia Donald Brennan dio nombre a un concepto que llevaba flotando en el ambiente desde el final de la guerra y al que llamó **Destrucción Mutua Asegurada**, en un juego con el acrónimo de la expresión en inglés **MAD**, que significa loco o enfadado. Y unos años después, en 1983, un grupo de científicos, entre los que se encontraba el astrónomo Carl Sagan, acuñó en un artículo la expresión **invierno nuclear**, que describía los efectos ambientales que se desatarían después de que las grandes potencias decidieran pulsar el botón rojo.

A partir de los años ochenta, gracias a los distintos trabajos científicos sobre las consecuencias de una guerra nuclear, las dos superpotencias llegaron a una serie de acuerdos para el desarme que frenaron la escalada durante unas décadas. Por desgracia, la invasión de Ucrania por parte de Rusia en 2022 volvió a activar la amenaza y a poner de moda una terminología apocalíptica que muchos ya creían olvidada.


1800
Electromagnetismo
1821
Fotografía
1834
Ultravioleta
1840
Infrarrojo
1867
Teléfono
1884
Rayos X
1895
1900
Televisión
1900
Radio
1912
Radar
1940
Láser
1957
LED
1962
2000

U de Ultravioleta

Comprender la naturaleza de la luz y descifrar las leyes del electromagnetismo fue uno de los avances con mayor impacto en la historia de la humanidad, pues abrió la puerta a la fabricación de motores eléctricos y a la comunicación a distancia, entre otras muchas cosas. Al arrancar el siglo XIX se sucedieron tres pequeños hitos que fueron la semilla para los descubrimientos que vendrían más adelante. El primero, como ya vimos, lo protagonizó John Dalton, que publicó un artículo acerca de los «extraordinarios hechos sobre la visión del color» y, posteriormente, realizó su descripción del átomo; el segundo hito tuvo lugar solo tres años después, cuando el físico inglés Thomas Young demostró que cada uno de los colores del espectro tenía diferentes longitudes de onda, y el tercero, cuando un astrónomo que intentaba mejorar sus lentes se dio cuenta de que existían algunos tipos de luz que eran invisibles a nuestros ojos.

El autor de este último y sensacional descubrimiento fue William Herschel, el mismo que, dos décadas antes, había localizado y nombrado al planeta Urano, y que contaba ya con una larga lista de hallazgos en astronomía. Mientras trabajaba con filtros que oscurecían el sol para observar sus manchas, Herschel se dio cuenta de que con algunas lentes «sentía la sensación de calor, aunque apenas dejaban pasar la luz», mientras que otras «daban mucha luz y una escasa sensación de calor». En las semanas siguientes realizó una batería de experimentos, colocando un termómetro en cada uno de los haces de colores en que se dividía la luz blanca al pasar por un prisma. Para su sorpresa, descubrió que en la zona que iba más allá del color rojo se producía el máximo de temperatura, «con lo que era evidente —escribió— que existía una refracción de rayos procedentes del sol, los cuales, aunque no eran aptos para la visión, tenían una alta capacidad de producir calor». Debido a aquella característica, Herschel decidió ponerles el nombre de **rayos caloricos**.

Al año siguiente, el físico alemán Johann Wilhelm Ritter descubrió que, por el otro lado del espectro, más allá del violeta, otros rayos invisibles oscurecían el papel bañado en cloruro de plata. Debido a esta propiedad les puso el nombre de **rayos desoxidantes**, aunque poco después lo cambió por el de **rayos químicos**, pues alteraban las moléculas del material. Los dos científicos acababan de revelar la existencia de una realidad oculta, más allá de nuestra percepción visual, un hecho que iba a cambiar la ciencia para siempre. Pero los nombres de aquellos rayos no eran los definitivos, porque aún

quedaba por comprender de qué estaban hechos.

Atrapar la luz

En 1840, el hijo de William Herschel había alcanzado un lugar tan destacado como el de su padre en la ciencia británica y era ya una referencia internacional. En un trabajo publicado en febrero de aquel año en la revista *Philosophical Transactions*, John Herschel citó aquellos «rayos luminosos más allá del violeta» descubiertos por Ritter y los denominó **rayos ultravioleta**, con la intención de evitar «la ambigüedad asociada al término «"rayos químicos", que existen en todas las regiones del espectro», escribió.

No fue la única palabra nueva que creó Herschel hijo. En su artículo sobre «el efecto químico de los rayos del espectro solar en las preparaciones con plata y otras sustancias», el astrónomo también asoció por primera vez los términos **negativo** y **positivo** a las diferentes fases de la nueva técnica de captura de imágenes que su amigo Henry Fox Talbot había presentado unos años antes, y que él mismo había propuesto llamar «fotografía».

La historia detrás de la creación de esta técnica es larga y compleja, y está directamente relacionada con el descubrimiento de que algunas sustancias se transformaban al contacto con la luz. De forma resumida, puede afirmarse que el francés Joseph Nicéphore Niépce fue el primero en crear un sistema para fijar imágenes «sin necesidad de recurrir al dibujo». Este sistema, al que llamó **heliografía**, fue mejorado después por su socio Louis Daguerre, creador de los **daguerrotipos**. Entretanto, Fox Talbot había ideado una técnica que creaba imágenes menos definidas, pero que no solo tenía la ventaja de ser más barata, sino que permitía generar nuevas copias a partir del original. Muchas de las mejoras para este método, como el líquido «fijador» de las imágenes, las había aportado desinteresadamente su amigo John Herschel, quien andaba enfrascado en otros asuntos y nunca quiso quitar protagonismo a Fox Talbot.

En una carta enviada en febrero de 1839, Herschel le sugería incluso un nombre más apropiado para las imágenes que obtenía con su cámara oscura. Talbot las había denominado «dibujos fotogénicos» y más tarde las llamó **calotipos** (del griego *kalos*, «bello»). «Es el mismo sujeto, pero mejor *fotografiado*», le decía Herschel en la misiva, y en una nota al pie le indicaba que la palabra «fotogénico» no era recomendable, pues recordaba a términos que podían despistar y no era «análoga a lito-grafía y calco-grafía».

En las mismas fechas, John Herschel anotó en su diario la palabra «fotografía» y dejó constancia del envío de la carta, así que, durante un tiempo, fue considerado el inventor del vocablo. Años después, sin

embargo, se descubrió que un francés emigrado a Brasil llamado Hércules Florence ya había usado en 1834 el término ***photographie*** para referirse a la técnica de fijación de imágenes con nitrato de plata, de modo que hoy se le considera el creador del término.

Rayos que traspasan

En el año 1820, el físico danés Hans Christian Ørsted hizo otro descubrimiento trascendental tras observar que la corriente eléctrica que pasaba por un cable hacía desviarse la aguja de una brújula. Había encontrado pruebas de que la electricidad y el magnetismo eran en realidad las dos caras del mismo fenómeno, y al año siguiente creó la palabra **electromagnetismo**, un concepto en el que profundizaría después el científico inglés Michael Faraday y cuyas bases fueron asentadas en 1865 por James Clerk Maxwell mediante sus famosas ecuaciones. En ellas, Maxwell fue capaz de trasladar al elegante lenguaje de las matemáticas esa íntima relación entre la electricidad y el magnetismo, y facilitó a los físicos la herramienta perfecta para descubrir otras formas de la luz y sus propiedades.

Los experimentos con las nuevas formas de luz invisibles ya habían ofrecido nuevos hilos de los que tirar para entender la madeja del espectro electromagnético. En 1852, por ejemplo, George Gabriel Stokes observó que, al poner algunos minerales como la fluorita bajo los rayos ultravioleta, estos emitían una tenue luz a la que llamó **fluorescencia**. En un trabajo titulado *La luz, sus causas y efectos*, el químico francés Edmond Becquerel acuñó en 1867 el término **infrarrojo** (en francés, *infra-rouge*) para referirse a la radiación calórica descubierta por William Herschel a principios de siglo. Y su hijo, Henri Becquerel, pasaría a la posteridad por un gran descubrimiento realizado más adelante. En 1896, mientras investigaba sobre la fluorescencia con sales de uranio, se dio cuenta de que estas sales emitían una radiación que atravesaba algunas superficies opacas, fenómeno que se conoció durante un tiempo como rayos Becquerel, hasta que Marie Curie lo bautizó como radiactividad.

Otro gran descubrimiento lo hizo el físico alemán Wilhelm Conrad Röntgen en 1895, cuando, de forma accidental y trabajando con tubos catódicos, halló un nuevo tipo de rayos invisibles capaces de atravesar capas muy espesas de papel e incluso algunos metales. Los llamó **rayos incógnita** o **rayos X**, porque no sabía muy bien de qué se trataba —aunque hoy en algunos lugares de Europa del este se los llama **rayos Röntgen**—, y realizó la primera **radiografía** proyectándolos sobre la mano de su esposa. En aquel ambiente de hallazgos constantes sobre la luz y la materia, el físico francés Paul Villard descubrió un nuevo tipo de radiación aún más energética. En

1903, Ernest Rutherford denominó a este nuevo tipo de radiación **rayos gamma** (por similitud con los **rayos alfa** y **rayos beta** que él había identificado anteriormente). Y una década más tarde se descubrió un tipo de radiación que penetraba en la atmósfera procedente del espacio y que, en 1925, el físico Robert Millikan etiquetó como **rayos cósmicos** (aunque se trataba de partículas).

ONDAS A DISTANCIA A partir de 1885, el físico alemán Heinrich Hertz se propuso comprobar experimentalmente las ecuaciones de Maxwell en su laboratorio. Mientras llevaba a cabo sus experimentos, descubrió que algunas de aquellas ondas se podían transmitir a distancia... y a continuación hizo una de las afirmaciones más erróneas de la historia: No tiene utilidad alguna (...) es solo un experimento que demuestra que el maestro Maxwell tenía razón, simplemente tenemos estas misteriosas ondas electromagnéticas que no podemos ver a simple vista.

A pesar de su humilde predicción, los trabajos de Hertz abrieron una nueva era en la comunicación a distancia. Pocos años después ya se estaban haciendo las primeras transmisiones de lo que entonces se conocía como «ondas hertzianas», aunque a partir de 1912 pasaron a llamarse **ondas de radio**. De la radiotelegrafía patentada por Guglielmo Marconi en los primeros años, se pasó a la creación de las primeras estaciones de radio en la década de 1920. Aquellos avances fueron posibles gracias al desarrollo de nuevas válvulas y tubos de vacío, que también permitieron la transmisión de imágenes y la invención de la **televisión**, término acuñado por el científico ruso Constantin Perskyi en 1900 para referirse a la posibilidad de transmitir imágenes a distancia. Aunque es difícil saberlo con exactitud, se considera que la primera transmisión continua de imagen la hizo la BBC el 2 de noviembre de 1936, año en que también apareció la palabra «televisión» en el *Diccionario de la Real Academia*, definida como «transmisión de la imagen a distancia, valiéndose de corrientes eléctricas».

Para nombrar aquellas nuevas tecnologías que permitían comunicarse desde grandes distancias, se escogió el término griego *tele* (lejos), que ya se había empleado para «telescopio» y también para **teléfono**, aunque el creador de este último aparato, el italiano Antonio Meucci, lo registró en 1871 con las palabras **telégrafo sonoro** y **teletrófono**. Algunas fuentes sugieren que, como pasó con la televisión, el término «teléfono» apareció por primera vez en francés (*télephone*) en 1830, mucho antes de su invención. En castellano se definió por primera vez en el *Diccionario de la Lengua* de 1884: **Teléfono.** (Del gr. τηλε, lejos, y φωνος, voz.) m. Aparato para

comunicar por medio de hilos eléctricos y á larga distancia la palabra hablada y toda clase de sonidos.

De esta forma, el primitivo estudio de la luz invisible realizado por Herschel y las ondas aparentemente «inútiles» descubiertas por Heinrich Hertz fueron dando pie a nuevos descubrimientos y sembraron el diccionario de decenas de palabras que hoy día nos resultan totalmente familiares.

Aviones y palomitas

En 1915, un joven físico e ingeniero escocés llamado Robert Watson-Watt, descendiente del inventor de la máquina de vapor, se planteó la posibilidad de utilizar las nuevas transmisiones de radio: primero para detectar tormentas y, más tarde, para localizar aviones y zepelines del enemigo que se aproximaran a territorio inglés, pues la experiencia con los bombardeos durante la primera guerra mundial había sido traumática. A partir de 1935, Watson empezó a colaborar en secreto con la Fuerza Aérea británica y, utilizando las antenas de radio de la BBC y otras de fabricación propia, diseñaron un sistema que permitía detectar aeronaves a distancias de hasta 100 kilómetros. Aquel dispositivo, que terminó siendo determinante en la segunda guerra mundial, fue desarrollado en paralelo por Estados Unidos, donde en 1940 lo bautizaron con el acrónimo de *radio detection and ranging*, algo así como «detección y medición de distancia por radio», hoy conocido simplemente como **radar**.

Aquellas ondas invisibles tenían aplicaciones insospechadas que fueron descubiertas en más de una ocasión por pura casualidad. En 1945, por ejemplo, un ingeniero estadounidense llamado Percy Spencer que trabajaba en una estación de radar se dio cuenta de que la barrita de cereales que llevaba en el bolsillo se calentaba cuando se acercaba al aparato. Intrigado por el efecto, probó con palomitas y huevos, y finalmente colocó un **magnetrón** dentro de un receptáculo de metal, lo que lo llevó a inventar y a patentar el **horno microondas**.

Una nueva luz del mundo

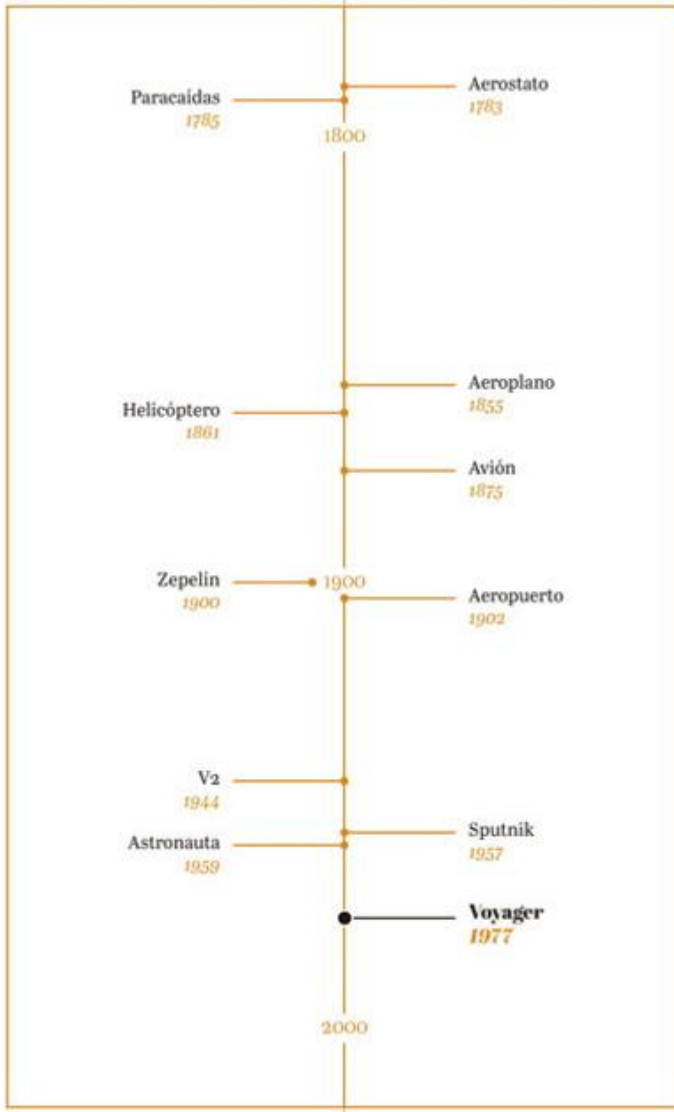
Las indagaciones sobre la luz de finales del siglo XIX condujeron a la física clásica a algunos callejones teóricos sin salida que contribuyeron a abrir nuevas perspectivas y al desarrollo de la mecánica cuántica. Fue al asumir la premisa de que la luz se organizaba en «paquetes de luz» (después llamados «fotones»), como Albert Einstein describió en 1905 el **efecto fotoeléctrico**. Aquel trabajo le valió después un premio Nobel y a la larga sirvió para desarrollar, entre otras muchas

aplicaciones, la tecnología **CCD**, los «dispositivos de carga acoplada» que hicieron posible las cámaras digitales.

En la década de 1950, otra predicción de Einstein —en este caso sobre la «emisión estimulada» de fotones— llevó al desarrollo del primer **MASER** (el acrónimo en inglés de «Amplificador de Microondas por la Emisión Estimulada de Radiaciones»). Inspirado también por aquella predicción, el estudiante de la Universidad de Columbia Gordon Gould ideó un dispositivo similar, pero en el que amplificaba la luz visible y no las microondas. En la primera página de su cuaderno de notas de 1957, Gould esbozó la idea y nombró al nuevo sistema como **LASER**, el acrónimo de *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, donde la palabra *light* (luz), sustituía al *microwave* (microondas) del MASER. Antes de que se encontrara una utilidad práctica para aquel dispositivo, capaz de generar un haz de «luz coherente» y visible, tuvieron que pasar algunos años, pero finalmente el **láser** se convirtió en una de las herramientas más potentes de investigación científica en multitud de campos y en uno de los elementos más presentes en la tecnología digital de nuestros días.

Un proceso similar fue el de la creación del **diodo emisor de luz** basado en la **electroluminiscencia**. En 1907, mientras trabajaba para Marconi tratando de mejorar la amplificación de las señales de radio, el británico Henry Joseph Round descubrió que ciertos semiconductores emitían luz cuando hacía pasar electricidad por ellos. En 1927, el inventor ruso Oleg Lósev aprovechó este hallazgo y, a partir de las teorías del efecto fotoeléctrico de Einstein, según las cuales los electrones emiten luz al caer a un nivel de energía inferior, creó los primeros emisores de luz basados en aquel principio. El hallazgo pasó desapercibido durante muchos años en occidente, donde se utilizaban dispositivos análogos que emitían luz infrarroja, hasta que, en 1962, el físico estadounidense Nick Holonyak creó los primeros emisores de este tipo de luz visible (roja) y les puso el nombre de **LED**, el acrónimo de *lightemitting diode*, en inglés.

La gran revolución en este ámbito empezó en la década de 1990, cuando varios investigadores japoneses crearon los LED de luz azul, que al sumarse al rojo y al verde permitían crear las primeras lámparas blancas de este tipo. En 2014, la Academia Sueca de Ciencias concedió el premio Nobel de Física a los creadores de aquel dispositivo que permitía tener «fuentes de luz blanca brillante que ahorran energía». Gracias a esta tecnología, que desterró a las viejas bombillas incandescentes, hemos podido cambiar la forma de iluminar nuestras ciudades y nuestras casas y modificar la infinidad de aparatos a los que ponemos luces, con el consiguiente ahorro energético y beneficio para el medioambiente.


Paracaídas
1785
Aerostato
1783
1800
Aeroplano
1855
Helicóptero
1861
Avión
1875
Zepelin
1900
1900
Aeropuerto
1902
V2
1944
Sputnik
1957
Astronauta
1959
Voyager
1977
2000

V de Voyager

En el momento de escribir estas líneas, la sonda *Voyager 1* se encuentra a casi 24.000 millones de kilómetros de la Tierra, el equivalente a unas 160 veces la distancia de nuestro planeta al Sol o al espacio que recorrería la luz si viajara en línea recta durante 22 horas. Esta sonda y su hermana, la *Voyager 2*, son los objetos fabricados por humanos más alejados de nuestro planeta, y también los que han llevado nuestra tecnología y nuestras palabras a mayor distancia. Las dos naves se siguen desplazando a una velocidad de más de 60.000 km/h y hace tiempo que abandonaron la zona de influencia electromagnética de nuestra estrella para adentrarse en el vacío del espacio interestelar.

La palabra elegida para bautizar aquella misión, **Voyager**, conserva el sabor de las grandes exploraciones y de los comienzos del gran viaje hacia arriba que nos llevó a los confines del sistema solar. No es casual que sea un término de origen francés, el idioma en el que se fraguó el arte de volar. Por eso, antes de detallar cómo se nombraron aquellas sondas viajeras, retrocederemos en el tiempo hasta los días en que nuestro diccionario empezó a llenarse de palabras relacionadas con el vuelo.

Máquinas aerostáticas

El 21 de noviembre de 1783, Jean-François Pilâtre de Rozier y el Marqués d'Arlandes se convirtieron en los dos primeros seres humanos en elevarse a bordo de un aparato volador. En los siglos anteriores, se habían producido varios intentos mediante dispositivos con alas conocidos como **ornitópteros** (de *ornithos*, «ave», y *pteron*, «ala»), pero el éxito de aquel nuevo sistema, inventado por los hermanos Montgolfier, consistió en imitar a las nubes en lugar de a los pájaros. Los franceses usaron la palabra **aerostato** (del griego *aeros*, «aire», y *statos*, «estacionado» o «en equilibrio»), así como la fórmula **máquina aerostática**, para referirse a los globos. También se acuñó el vocablo **mongolfiera** para distinguir a los aerostatos de aire caliente fabricados por los hermanos Montgolfier de los globos de aire inflamable (hidrógeno) inventados inmediatamente después por el químico Jacques Charles.

Un año más tarde, en 1784, nació la bellísima palabra **aeronauta** para referirse a los navegantes de los cielos, y el término **aerostación** para definir el «arte y la industria de la navegación en el aire» (antes

que «aeronáutica»). En 1785 nació el **paracaídas**, un sistema creado por Louis-Sébastien Lenormand y que pronto empezaron a usar los pilotos de globos para sus exhibiciones. En las décadas siguientes, el mundo se llenó de neologismos relacionados con aquella nueva forma de exploración. En el *Diccionario de la lengua española* de 1843 aparecían estas tres definiciones tempranas: **Aeronauta**. m. El que surca los aires en el globo aerostático.

> **Aerostático, ca.** adj. Que se aplica al globo lleno de un fluido más ligero que el aire, y que por esta circunstancia se eleva en la atmósfera.
> **Paracaídas.** m. Máquina que usan los aeronautas para evitar las caídas.

Es muy interesante echar la vista atrás y consultar estos documentos históricos, porque en ellos se percibe claramente la evolución de la tecnología. En aquel mismo diccionario de 1843, por ejemplo, el **aviador** seguía siendo «el que avía» (prepara) y el «avión» se definía como una «especie de vencejo». Todavía quedaban muchas invenciones voladoras por despegar.

Más pesados que el aire

Aunque algunos, como Julio Verne, ya habían imaginado con antelación unos aparatos «más pesados que el aire» capaces de volar y de moverse en la dirección elegida, estos vehículos no empezaron a existir hasta el arranque del siglo XX, cuando se inventaron los primeros globos **dirigibles** y los **aeroplanos**. La palabra ***aéroplane***, acuñada en 1855 por el escultor francés Joseph Pline, es otro claro ejemplo de un concepto que nació de la imaginación antes de ser un objeto real, pues el término se creó para dar nombre a una simple idea: Pline había especulado sobre la creación de un planeador parecido a un pájaro cuando los aeroplanos aún no existían.

Los primeros aeroplanos de verdad fueron construidos a partir de 1903 por los hermanos Wright, que tardaron algún tiempo en adoptar el término. De hecho, en la patente de 1906 registraron su invento como una *flying machine*, **máquina de volar**, y solo en alguna ocasión se refirieron a él con el término francés *aeroplane* (aún no había nacido la versión anglosajona, ***airplane***). En castellano, la palabra aterrizó poco después, en el *Diccionario de la lengua española* de 1914: **Aeroplano**. (Del lat. *aĕr*, aire, y *planum*, plano.) m. Vehículo compuesto de uno o más planos ligeramente inclinados respecto de su trayectoria, y que, impulsado por un motor, se eleva y mueve en el aire, siendo más pesado que éste.

¿Y de dónde sale la palabra **avión**? La versión corta es que el término fue usado hacia 1890 por el pionero francés Clément Ader, quien, una década antes que los hermanos Wright, creó varios artefactos voladores a los que bautizó sucesivamente como *Éol*, *Avion*

II y *Avion III*, jugando con el latín *avis* y el sufijo aumentativo *-on*. Estos artefactos apenas se levantaron unos centímetros del suelo, pero para algunos franceses fue una hazaña equiparable a la de los hermanos Wright. En 1910, el poeta Guillaume Apollinaire escribió un poema titulado «L'avion» para reivindicar el papel de Ader: Como no tenían nombre en el idioma francés Ader se convirtió en poeta y nombró al avión.

Solo dos años después, en 1912, el ministro de la Guerra galo recuperó el término «avión» y lo oficializó para rendir homenaje a Ader. Pero fue a partir de la primera guerra mundial, en la que estos aparatos voladores cobraron gran protagonismo, cuando se empezó a hablar por primera vez de forma generalizada de «aviones» en lugar de «aeroplanos». En el *Diccionario de la Lengua Española* de José Alemany y Bolufer, editado a partir de 1917, ya se recoge la segunda acepción de avión tras la primera, donde se definía como una «especie de vencejo»: **Avión**. Fís. Aparato, a modo de pájaro mecánico, construido por Ader para la navegación aérea.

Pero la historia es incluso más interesante si se profundiza un poco más, pues resulta que, antes de «avión», se había creado la palabra «aviación» e incluso la palabra «helicóptero».

En «pleno cielo»

En la Francia de la segunda mitad del siglo XIX existía una auténtica fiebre por los aparatos voladores. El éxito de los globos disparó la imaginación de artistas y escritores, que empezaron a pensar en un futuro plagado de aeronaves y de ciudades aéreas. En su poema «Plein Ciel» (Pleno cielo) de 1859, Víctor Hugo imaginó los futuros cielos del siglo XX surcados por un aparato volador que bautizó como *aeroscaphe* (**aeroscafo**). En una ilustración de 1890 titulada «El sanatorio aéreo del doctor Farceur», de G. Rodeck, se puede ver una oficina aérea donde la gente contrae matrimonio, así como restaurantes voladores, carteros, policías y hasta banqueros que se desplazan en globo por los aires.

En este contexto, el aristócrata e inventor francés Gustave Ponton d'Amécourt imaginó en 1861 un aparato volador diseñado a partir de una máquina de vapor que movía unas hélices y lo bautizó como **helicóptero**, del griego *helikos* (hélice) y *pteron* (ala). Tras registrar la patente, construyó el primer prototipo junto a un colega, el periodista Gabriel de La Landelle. Ambos eran amigos del primer fotógrafo aéreo, Félix Nadar, y del escritor Julio Verne (por eso el aparato aparecería descrito unos años después en la novela *Robur el Conquistador*), y participaban en la Sociedad para el Fomento de la

Locomoción Aérea mediante Máquinas más pesadas que el Aire. En 1863, La Landelle publicó un libro sobre la navegación aérea en el que acuñó por primera vez la palabra **aviación**: *Aviation, ou Navigation aérienne (sans ballons)*. Por otra parte, en un glosario dedicado a los neologismos, explicaba que él y su amigo Ponton d'Amécourt habían creado el verbo *avier* (por analogía con las aves) como «sinónimo de volar por los aires» e incluía la siguiente definición: **Aviación**. (De *avis*, pájaro, y *actio*, acción.) Acción de imitar al pájaro en su vuelo.

La amistad entre La Landelle y Clément Ader, así como su extensa correspondencia, explican por qué este último eligió la palabra «avión» unos años después. Sobre el origen de este término, está muy extendida la creencia de que Ader creó la palabra como un acrónimo de *Appareil Volant Imitant l'Oiseau Naturel* («aparato volador imitando al ave natural»). Sin embargo, aunque esta posibilidad resulta muy sugerente, no es más que una historia falsa, fruto de una reinterpretación posterior.

Ballenas voladoras

A los primeros prototipos de aeroplanos les salió un inesperado competidor: un nuevo tipo de globo con forma de cigarro dotado de un pequeño motor de gasolina. Los pilotos de aquellas nuevas aeronaves ya no viajaban cómodamente en una barquilla, sino a horcajadas sobre una larga estructura de madera, y eran capaces de llevarlas en la dirección que deseaban como si fueran barcos de los cielos. De hecho, aunque los franceses empezaron a llamarlos **aerostatos dirigibles** (*dirigeables*), los alemanes y los anglosajones optaron por la metáfora náutica y los llamaron *luftschiff* y *airships*, una combinación de «aire» + «barco» en sus respectivos idiomas.

A principios de siglo XX, el ingeniero brasileño Alberto Santos Dumont se convirtió en un ídolo de masas en la ciudad de París al sobrevolar las casas de la ciudad con uno de aquellos extraños aparatos. En la cumbre de su popularidad, en 1904, fue invitado a viajar a Estados Unidos y estuvo a punto de participar con su dirigible en una carrera contra uno de los aeroplanos de los hermanos Wright en la Exposición Universal de San Luis, pero el supuesto sabotaje de su globo lo impidió a última hora. Con su capacidad inventiva y su afán de notoriedad, Santos Dumont se convirtió en uno de los mayores impulsores de la innovación aeronáutica de aquellos tiempos. A él le debemos indirectamente la creación del primer reloj de pulsera de la historia (se lo regaló un amigo suyo, el joyero Louis Cartier, para que pudiera ver la hora sin dejar de manejar el globo). También fue él, según algunas fuentes, quien usó por primera vez la palabra **aeropuerto**. Fue en 1902, durante una visita promocional a Estados

Unidos, cuando en una entrevista con el diario *New York Tribune* afirmó con seguridad: «*I hope New-York will be the greatest airport in the world*» («Espero que Nueva York sea el mayor *aeropuerto* del mundo»).

Aquella ciudad iba a ser testigo, de facto, de la llegada de un nuevo tipo de vehículo aéreo mucho más grande y capaz de transportar pasajeros de un lado a otro del Atlántico. El primer gran dirigible rígido, creado por el aristócrata alemán Ferdinand von Zeppelin y llamado en su honor *Graf Zeppelin*, llegó a Nueva York en 1928, cuando estas aeronaves habían alcanzado tal popularidad que se había extendido el uso de la palabra **zepelín** como equivalente de dirigible. Es difícil situar en qué fecha nació el epónimo, pero a partir de 1900 fue cobrando notoriedad: en un artículo de aquel mismo año, la gaceta *Madrid científico* ya aludía al «gran globo Zeppelín» y la revista *Alrededor del mundo* hablaba del «barco aéreo Zeppelin». A partir de 1917, aparece por vez primera esta definición en las ediciones del *Diccionario de la Lengua Española* de José Alemany y Bolufer: **Zepelín**. (Del nombre de su inventor el conde de Zéppelin, general alemán: pron. *tsepelin*.) m. Especie de globo dirigible, de construcción alemana, capaz de transportar personas y carga.

Los vuelos de aquellas aeronaves gigantescas dejaron huella en los escritores españoles a partir de la década de 1920. «Hoy he visto volar una ballena / sobre el Sena, ¡milagro del progreso!», escribió Miguel de Unamuno en 1925 durante un viaje a París. Y Federico García Lorca le contaba a su familia en una carta de 1929: «Hace días vi al Zeppellin [sic] anclado bajo ellos como un pez verde y tuve la impresión, un instante, de que estaba soñando». Los grandes aparatos voladores eran los dueños del cielo.*

DE LA GUERRA A LA LUNA Un hecho bastante deprimente, que no habla precisamente a favor de la condición humana, es que las dos guerras mundiales fueron el principal motor de muchas innovaciones. En especial en lo referente a las máquinas voladoras, cuyo potencial para atacar al enemigo estuvo presente desde la creación de los primeros aerostatos. Y lo mismo sucedió con el sueño de viajar al espacio, que fue posible gracias al desarrollo de cohetes ideados originalmente para bombardear ciudades.

A partir de 1935, el ingeniero alemán Wernher von Braun lideró la construcción de un gran cohete con el nombre técnico de A4 (*Aggregat 4*). Él y su equipo lo fueron perfeccionando hasta que, en 1942, recorrió una distancia de 190 kilómetros. A Hitler le entusiasmó tanto aquella arma que, ya en plena segunda guerra mundial, ordenó su fabricación en masa con objeto de bombardear Londres. Lo llamaron ***Vergeltungswaffe* 2** («arma de represalia número 2») o más genéricamente **V2**, y fue la pesadilla de los londinenses, igual que en el pasado lo habían sido los zepelines. De forma muy resumida, al terminar el conflicto, y con la incorporación de Von Braun y de parte

de su equipo a las fuerzas estadounidenses, se iniciaron una serie de ensayos con aquella misma tecnología. Estos intentos terminaron dando fruto con la construcción del gran cohete **Saturno V**, que llevó a los primeros humanos a la Luna en 1969.

En aquella **carrera espacial** fue decisivo el lanzamiento por parte de los soviéticos en 1957 del primer **satélite artificial** de la historia. Pese a lo que se suele creer, los rusos no le pusieron **Sputnik** (*Спутник*) como si fuera un nombre propio, pues *sputnik* es simplemente la palabra rusa para «satélite» (para entendernos, los soviéticos lo llamaban así como quien tiene un perro y lo llama Perro, en vez de Toby). El hecho de que el término signifique etimológicamente «compañero de viaje» (de la combinación del prefijo *s-,* «junto», y *putnik,* «viajero») provocó aún más confusión en los medios estadounidenses.

En nuestro idioma, «satélite» procede del latín *satelles*, *satellitis*, que era la palabra que usaban los romanos para designar a una «guardia de corps» o a un miembro de la escolta real, y que Johannes Kepler recuperó en 1611 para designar a los cuerpos luminosos descubiertos por Galileo que acompañaban al planeta Júpiter. Más tarde, el término se extendería, en su sentido actual, al resto de los cuerpos que giraban alrededor de los planetas. En el *Diccionario de Autoridades* de 1739 aparece «satélite» en singular para la acepción antigua de escolta, y en plural para la nueva acepción astronómica: ***Satélites***. Quatro Estrellas pequeñas, que siempre acompañan al Planeta Júpiter, y otras cinco que andan al rededór de Saturno.

El desarrollo de la carrera espacial normalizó el uso de nuevas palabras relacionadas con el viaje a las estrellas. De la noche a la mañana, el mundo se olvidó de los aeronautas y empezó a hablar de los **astronautas**, término que ya había aparecido en la ciencia ficción a principios del siglo XX, pero que la NASA eligió formalmente en 1959 para sus futuros viajeros espaciales, aunque uno de sus administradores, Hugh Dryden, apostó fuertemente por **cosmonauta**. Este sería el término elegido por los soviéticos, que también se adelantaron en este terreno, como habían hecho con el Sputnik: el 12 de abril de 1961 lanzaron a Yuri Gagarin a bordo de la nave Vostok 1, y el piloto se convirtió en el primer ser humano que viajaba al espacio.

EL «GRAND TOUR» ESPACIAL

Con la nueva era se hicieron familiares términos y conceptos como «paseo espacial», «sonda», «transbordador», «ventana de lanzamiento», «reentrada» o «*rendezvous*» (el galicismo para describir el encuentro en órbita de dos naves espaciales). Pero lo que más modificó nuestra

percepción de la realidad fue el hecho de salir de nuestro planeta y contemplar su pequeñez en mitad de la oscuridad.

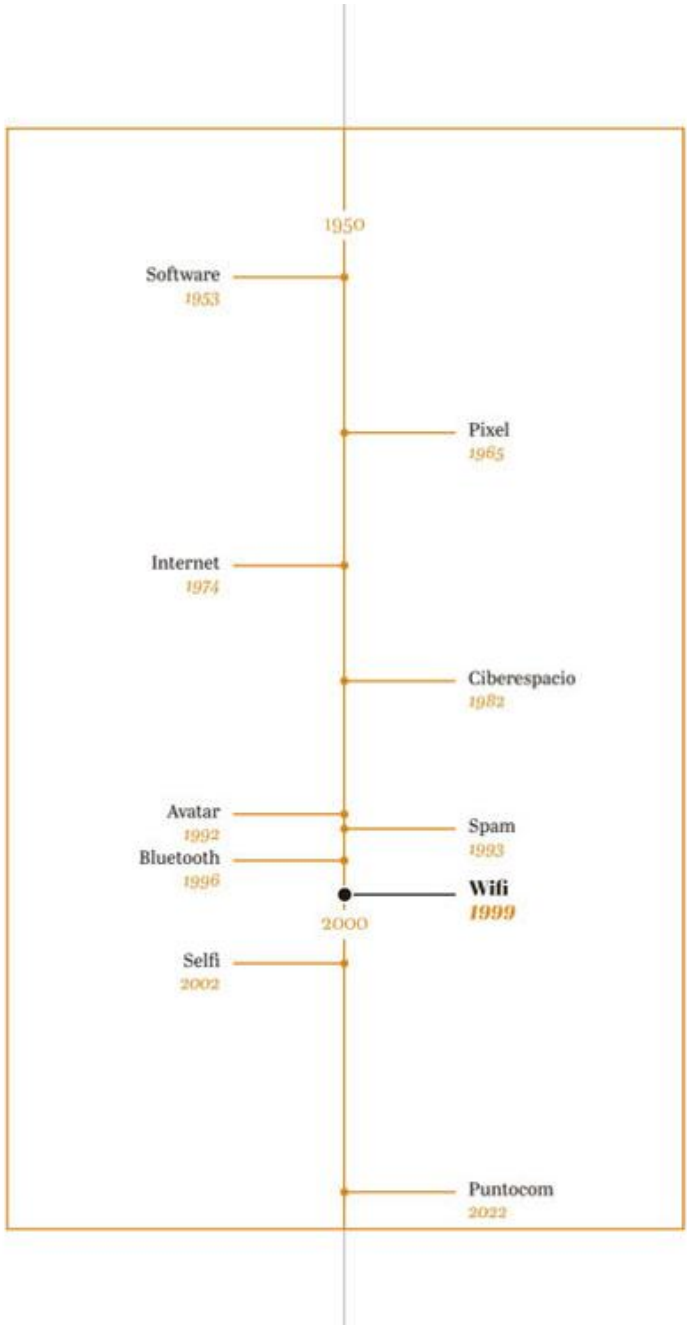
La experiencia de los astronautas de las misiones Apolo dio lugar a una palabra tan bella y difícil de traducir como ***Earthrise***, acuñada por los tripulantes del Apolo 8 en 1968 para describir la «salida de la Tierra» por el horizonte lunar.* En diciembre de 1972, en la última de las misiones a la Luna (Apolo 17), los astronautas tomaron otra fotografía de la Tierra a 29.000 kilómetros de distancia. Esta imagen, que se convirtió en un icono y fue bautizada como **La canica azul** (*Blue Marble*), ha sido considerada por muchos el primer chispazo de la moderna conciencia ambiental. Y más adelante, en 1987, el escritor Frank White inventó el concepto de **Efecto Perspectiva** (*Overview Effect*) para describir el enorme impacto emocional que supone para los astronautas ver nuestro planeta desde el espacio, así como la forma en que les cambia su percepción de la realidad.

Además de la llegada a la Luna, la misión que cambió definitivamente nuestra manera de vernos a nosotros mismos y a nuestro planeta se originó casualmente en 1964, a partir de la observación de un ingeniero de la NASA que trabajaba en el Laboratorio de Propulsión a Chorro (JPL). Gary Flandro reparó en la alineación que iban a experimentar Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno durante la década de 1970, circunstancia que podría ser aprovechada para que una o varias naves pasaran por todos esos planetas con ayuda de las asistencias gravitatorias. A partir de ahí, se puso en marcha un proyecto muy ambicioso que fue bautizado por la NASA como Grand Tour, el nombre con el que se había conocido el viaje de los jóvenes aristócratas por Europa desde el siglo XVII, solo que esta vez la aventura no acabaría en Italia, sino en Plutón. Pero el proyecto fue rechazado por el Congreso de Estados Unidos por su alto coste y tuvo que ser reformado. En 1977 se transformó en el Programa Mariner-Jupiter-Saturn, pues se pretendía reaprovechar la tecnología de las naves Mariner, que ya habían visitado Venus, Marte y Mercurio.

Después de un debate interno en el que se barajaron nombres como Navigator (Navegador), Nomad (Nómada), Pilgrim (Peregrino) o Antares, el 4 de marzo de 1977 se optó por llamar al programa Voyager (Viajero), una palabra de origen francés que, además de aludir al hecho de viajar, conservaba el sabor de la aventura. Las dos sondas espaciales del proyecto fueron enviadas con una diferencia de dos semanas hacia los confines del sistema solar, y en su camino obtuvieron imágenes inéditas de los planetas gigantes gaseosos. En el exterior de ambas naves se acoplaron dos **discos de oro** con un mensaje, por si una posible civilización extraterrestre llegaba a encontrarlos en el futuro. Un comité presidido por el astrónomo Carl Sagan se encargó de decidir el contenido de los discos. Además de una

selección de imágenes y melodías de diferentes culturas, se incluyeron un audio con saludos en 56 idiomas y una hora de grabación de las ondas cerebrales de una de las participantes en el proyecto, la escritora Ann Druyan. «Mis sentimientos como una mujer de 27 años locamente enamorada están en ese disco», confesó después, cuando contó que Sagan y ella se habían enamorado en aquellos días, cuatro años antes de casarse.

El momento más emocionante de aquellas sondas espaciales, que siguen viajando hacia el corazón del espacio, tuvo lugar en febrero de 1990, cuando la *Voyager 1* se encontraba ya a 6.000 millones de kilómetros y se dio la vuelta para tomar una imagen de la Tierra, que se apreciaba, en palabras de Sagan, como un diminuto **punto azul pálido.** Sus palabras merecen figurar en un *Diccionario del asombro*, entendido este, en la definición del profesor de psicología de Berkeley Dacher Keltner, como lo que sentimos al estar ante algo que queda más allá de nuestro entendimiento y que nos hace empequeñecer como individuos. Pocas veces la humanidad ha tenido ocasión de sentirse tan pequeñita: Mira ese punto. Eso es aquí. Eso es nuestro hogar. Eso somos nosotros. En él, todos tus seres queridos, todos tus conocidos, todos aquellos a quienes alguna vez escuchaste, cada ser humano que ha existido, han vivido su vida. (…) Quizás no hay mejor demostración de la soberbia humana que esta imagen distante de nuestro minúsculo mundo. Para mí, subraya nuestra responsabilidad de tratarnos más amablemente los unos a los otros y de preservar y apreciar el pálido punto azul, el único hogar que hemos conocido.


1950
Software
1953
Pixel
1965
Internet
1974
Ciberespacio
1982
Avatar
1992
Spam
1993
Bluetooth
1996
Wifi
1999
2000
Selfi
2002
Puntocom
2022

W de Wifi

Si la influencia de un área de la ciencia se midiera a partir del número de vocablos que introduce en nuestras conversaciones, la informática se llevaría la palma en los últimos cincuenta años. En lo que se refiere a la tecnología digital (y también, como veremos más adelante, en lo que se refiere específicamente a la gestión de los datos), los sucesivos avances en las décadas más recientes han cambiado nuestra forma de comunicarnos y han transformado las sociedades hasta un punto que era difícil de imaginar.

La aplicación de las ideas de pioneros como Charles Babbage, Ada Lovelace o Alan Turing condujo a la creación de las primeras computadoras y a que estas tecnologías basadas en el procesamiento de «unos» y «ceros» fueran omnipresentes en nuestras vidas. Al mismo tiempo, la capacidad de conectar a millones de personas originó la aparición de un nuevo espacio en el que compartir conocimiento y produjo la mayor revolución reciente en la historia humana.

Partes duras, partes blandas

Aunque la paternidad del término «software» sigue en discusión, la primera distinción entre la máquina física que procesa la información y el conjunto de instrucciones que maneja para ejecutar las distintas tareas se produjo en la década de 1950. En un informe de agosto de 1953 para la Rand Corporation, el analista Richard R. Carhart utilizó los términos ***hardware*** y ***software***, aunque asoció este último concepto a los «factores humanos» y no a la programación. El pionero de la computación Paul Niquette se reivindicó como autor del término y aseguró haberlo popularizado en diferentes charlas y conferencias en aquel mismo año, aunque no quedó ningún registro para acreditarlo. «Cuando dije *software* en voz alta por primera vez, la gente a mi alrededor dijo: ¿eh?», escribió en sus memorias. En todo caso, es indiscutible que la primera definición escrita del concepto la hizo el estadístico John W. Tukey en 1958, cuando en un artículo de la revista *American Mathematical Monthly* escribió: Hoy en día, el *software* —que comprende las rutinas interpretativas cuidadosamente planificadas, los compiladores y otros aspectos de la programación automática— es al menos tan importante para la calculadora electrónica moderna como su *hardware*, compuesto de tubos, transistores, cables, cintas y similares.

Con aquella afirmación, Tukey estaba anticipando con gran

clarividencia la importancia que tendría el «equipamiento blando» (traducción literal de *software*) en las décadas sucesivas. En español, las palabras *software* y *hardware* fueron incluidas en el *Diccionario de la Lengua Española* en el año 2001 y, al tratarse de conceptos tan específicos, fueron adoptados como **xenismos**, es decir, como extranjerismos que conservan su grafía original.

La realidad «despiezada»

Gracias a los nuevos dispositivos electrónicos, fue posible producir imágenes mediante métodos no químicos, y eso cambió la forma de hacer fotografías. Durante los primeros años, aunque hoy nos parezca increíble, los satélites espía que hacían fotos desde el espacio dejaban caer los carretes a la atmósfera, debidamente protegidos y provistos de paracaídas, y había que capturarlos en vuelo para después revelarlos.

Los avances en la transmisión de datos permitieron prescindir del revelado y enviar la información de cada imagen para que pudiera ser reconstruida a partir de pequeños puntos de color, como si fuera un mosaico. En este contexto nació la palabra **píxel**, escrita por primera vez por el ingeniero estadounidense Frederic C. Billingsley, quien la empleó en un documento de 1965 para referirse a los componentes de las imágenes enviadas por las sondas espaciales desde la Luna y Marte. En aquel documento usó «píxel» como contracción de la expresión «elemento de imagen» (*picture element*). En 1971, aludiendo a la información transmitida por las sondas Mariner, afirmó lo siguiente: Estas imágenes no se registraron en la grabadora (…). En vez de eso, el formato de vídeo digital de estas imágenes se transmitió directamente a la Tierra a medida que se tomaban las fotografías. En el formato de vídeo digital (…) solo se transmite cada siete *píxeles* para las cuatro quintas partes restantes de la imagen.

No por casualidad, el primer autorretrato fotográfico desde el espacio se realizó casi por las mismas fechas. En enero de 1966, durante una actividad extravehicular (EVA) en la sonda Gemini 12, el astronauta Buzz Aldrin se hizo una foto en la que se ve su cara con la Tierra de fondo. Esto es lo que hoy conocemos universalmente como **selfie** o **selfi**, término que se popularizó unas décadas después y cuya aparición está bien documentada: el 13 de septiembre de 2002, en un foro digital de la cadena de radio australiana ABC, alguien subió un autorretrato para mostrar la herida que se había hecho en un labio y escribió: «And sorry about the focus, it was a selfie» («Y perdonad el desenfoque, era un *selfie*»). Desde entonces, la expresión se hizo tan popular que, a partir de 2018, se incluyó en el *Diccionario de la Lengua Española* como sinónimo de «autofoto».

En lo que se refiere a la tecnología de imágenes, han surgido otras

palabras de uso corriente como el formato **JPEG**, acrónimo de *Joint Photographic Experts Group*, el grupo de expertos que creó el estándar de compresión en 1992. Aunque no está en el diccionario, la RAE nos advierte sobre su correcta utilización: «Si se usa como extensión de un fichero, se escribe en minúscula y precedido de punto: «un archivo .jpg para muestra». No lleva punto cuando no se trata como extensión, sino como una sigla que designa tanto el archivo como el formato: "Lo guardé como JPG"».

Una red para conectarlos a todos

A mediados de la década de 1960, una vez fabricados los primeros ordenadores, parecía lógico pensar en conectarlos. El contexto de la guerra fría contribuyó, además, a crear la necesidad de una red distribuida que garantizara la comunicación en caso de ataque contra cualquiera de los nodos de conexión. Fue así como nació en 1969 **ARPANET**, acrónimo de la Red de la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada, una iniciativa del Departamento de Defensa estadounidense que conectó primero las universidades de UCLA y Stanford y que se fue ampliando en los años siguientes a otros centros. En 1974, Vinton Cerf y Bob Kahn diseñaron una serie de protocolos de conexión para esta nueva red, que bautizaron como Programa de Control de Transmisión entre Redes, en inglés *Internetwork Transmission Control Program* (**TCP/IP**), y en el documento de presentación, como acortamiento de *Internetwork,* acuñaron la palabra **internet**.

Poco después nació lo que conocemos como **correo electrónico**. En 1971, y a través de ARPANET, el programador estadounidense Ray Tomlinson envió de un ordenador a otro un mensaje con el texto «QWERTYUIOP» e incorporó el uso de la **arroba** (@) para el establecimiento de la dirección individual de cada usuario. Solo unos años más tarde, en 1978, un grupo de empleados de ARPANET recibió un «**correo no deseado**» de la empresa de ordenadores DEC: se trataba de un anuncio de su último producto, y algunas fuentes consideran que fue el primer ejemplo de ***spam***. Este término inglés, que originalmente se utilizaba como contracción de *spiced ham* (jamón con especias), se convirtió en la década de 1990 en la palabra para referirse a este tipo de **correos basura**. Ello se debió a la popularidad entre los internautas de un *sketch* en el que los Monty Python cantaban «*spam*, *spam, spam*, querido *spam*, maravilloso *spam*» y bromeaban con la omnipresencia de esta comida enlatada.

Aunque las «carreteras» por las que iba a circular la información ya estaban construidas, fue en 1989 cuando se establecieron las normas de circulación y cuando nació la **World Wide Web** (la red

global), gracias a los **hipertextos** y al lenguaje **HTML**, que fueron desarrollados por el científico británico Tim Berners-Lee mientras trabajaba en el CERN (la Organización Europea para la Investigación Nuclear). Allí estableció el Protocolo de Transferencia de Hipertextos (**HTTP**, por sus siglas en inglés) y se definieron las **URL** (localizadores uniformes de recursos) que permiten a cada **página web** tener una dirección y que dan forma a internet tal como lo conocemos hoy en día. El uso de la red se fue extendiendo globalmente y, en 2004, el término «internet» era ya tan popular que fue introducido en el *Diccionario de la Lengua Española*: **Internet**. (Del ingl.) m. o f. Red informática mundial, descentralizada, formada por la conexión directa entre computadoras mediante un protocolo especial de comunicación.

Virtual y social

La aparición de internet amplió la capacidad de comunicarse y generó un nuevo espacio virtual que ya habían anticipado los escritores de ciencia ficción. En 1982, por ejemplo, William Gibson usó en un relato corto el concepto de **ciberespacio**, un término que empezó a utilizarse como sinónimo de internet. De la misma época es la expresión **realidad virtual**, empleada por el escritor australiano Damien Broderick en 1982 en su novela *El mandala de Judas*. Hoy el diccionario de la RAE define «ciberespacio» como «el ámbito virtual creado por medios informáticos», y «realidad virtual» como «representación de escenas o imágenes de objetos producida por un sistema informático, que da la sensación de su existencia real».

La influencia del mundo de los videojuegos se hizo notar también en el lenguaje. Así, la palabra **avatar**, que procede del sánscrito y que en la religión hindú se utiliza para referirse a la «encarnación terrestre de un dios», pasó a ser la representación física que elegía cada jugador en una partida. El concepto dio el salto a la ciencia ficción gracias a Neal Stephenson y a su novela *Snow Crash*, de 1992, en la que el escritor estadounidense imaginó un espacio virtual llamado **Metaverso**, una especie de combinación de la realidad virtual e internet. En 2021, Mark Zuckerberg eligió el término «metaverso» para nombrar un proyecto de red social virtual que suponía la reconversión y ampliación de su red social Facebook.

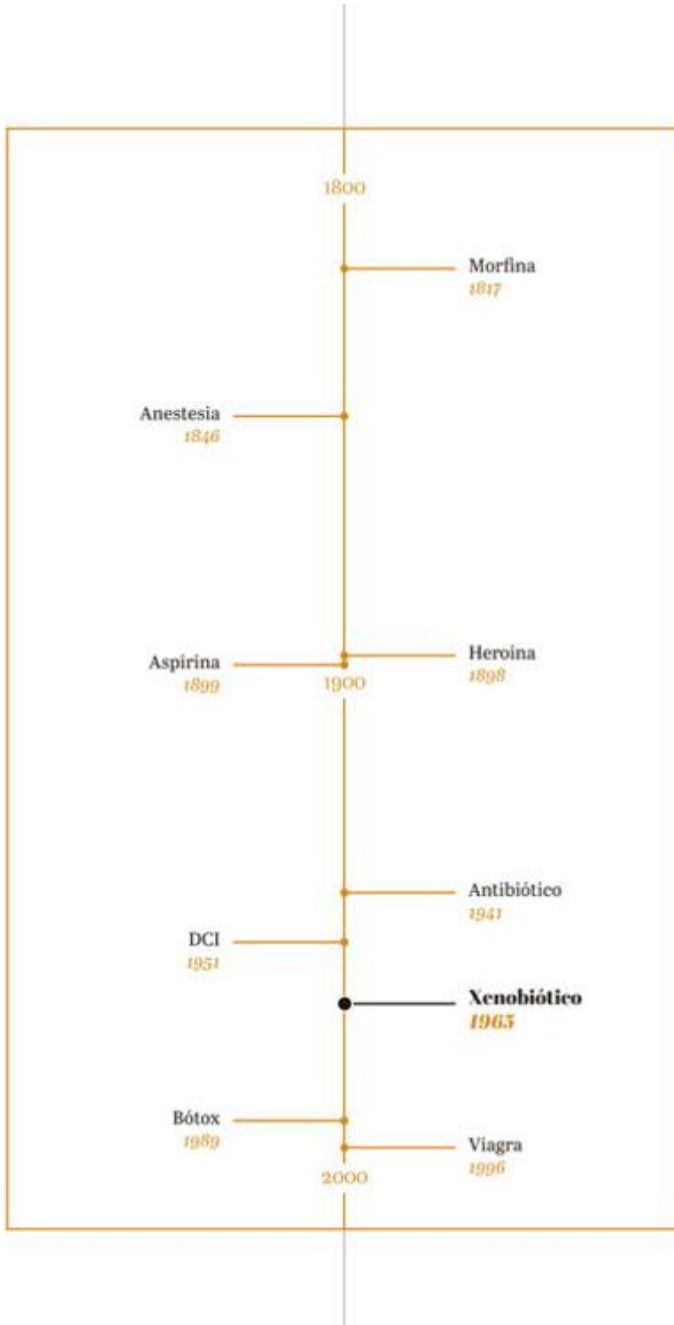
En la primera década del siglo XXI, la aparición de estas nuevas formas de conexión a través de internet dio lugar al surgimiento de los **medios sociales** (*Social media*, en inglés), diferentes en esencia a los tradicionales medios de comunicación de masas (*mass media*), pues en este caso eran los usuarios los que conectaban entre ellos y creaban los contenidos. Así surgieron las redes **P2P** (*Peer to peer*) para intercambiar libros, música y películas entre particulares o la

Wikipedia, una enciclopedia en línea en la que la edición está descentralizada y que se bautizó así en 2001 por la combinación de la palabra hawaiana *wiki*, que significa «rápido», y el griego *paideia*, «educación».

En la misma década se crearon los primeros **blogs**, palabra acuñada inicialmente en 1997 por John Barger como **weblogs** (algo así como anotaciones en la red, *web* + *logs*, pues se trataba de páginas personales donde compartir enlaces interesantes) y que dos años después quedó acortado en su forma definitiva de «blog». En castellano se usó también la palabra **bitácora**, por acortamiento de «cuaderno de bitácora», en terminología náutica. Estos cuadernos fueron más o menos barridos del mapa tras la irrupción al final de la década de nuevas plataformas que permitían compartir mensajes cortos (Twitter), imágenes (Instagram), o todo tipo de historias personales (Facebook), que pasaron a conocerse genéricamente como **redes sociales**.

La tecnología física (o *hardware*) fue determinante en la evolución de estos nuevos formatos de comunicación, y especialmente en la creación de los **teléfonos inteligentes** (*smartphones*), que propiciaron el éxito de nuevas fórmulas de consumo de contenidos audiovisuales, como el **podcast** o las plataformas de transmisión en directo de contenidos (***streaming***). Los aparatos también se empezaron a conectar entre ellos de forma más eficiente mediante sistemas como el **bluetooth** —palabra acuñada en 1996 por un ingeniero de Intel que estaba leyendo las hazañas del rey noruego Harald Blåtand, al que en el siglo X apodaron **Diente Azul**, que es la traducción literal del término— o como la **wifi**, el sistema de conexión inalámbrica que nació originariamente como marca comercial de la Wi-Fi Alliance (Alianza de la fidelidad inalámbrica),* pero cuyo uso se hizo tan común que entró en los diccionarios. Como curiosidad, este sistema de interconexión es un trabajo derivado de las ideas patentadas por la actriz de origen austríaco Hedy Lamarr.

La aportación de neologismos del mundo digital al vocabulario colectivo sigue siendo constante. Como ejemplo, en una fecha tan reciente como 2022, el *Diccionario de la Lengua Española* ha incorporado la palabra **puntocom** para designar a las empresas que desarrollan su actividad principal en internet.


1800
Morfina
1817
Anestesia
1846
Aspirina
1899
1900
Heroína
1898
Antibiótico
1941
DCI
1951
Xenobiótico
1965
Bótox
1989
Viagra
1996
2000

X de Xenobiótico

Si cualquiera de nosotros abriera ahora mismo el cajón de las medicinas de casa y echara un vistazo general, descubriría que conoce muchos más nombres técnicos y científicos de los que pensaba. Casi con toda seguridad encontrará analgésicos, antipiréticos, antiinflamatorios y una larga variedad de otros medicamentos que identificará por su nombre común o comercial, aunque no tenga estudios de medicina. Y eso que la lista es enorme y no deja de crecer. De hecho, la proliferación de sustancias con diferentes denominaciones en cada país provocó a mediados del siglo XX que los científicos tuvieran que plantearse una forma de organizar aquel caos para evitar errores en los tratamientos.

En 1950, los responsables de la Organización Mundial de la Salud (OMS) encargaron a un comité de expertos que estudiaran la manera de crear un «sistema de aprobación de nombres genéricos de medicamentos» que pudieran utilizarse a escala internacional, con el fin de ayudar a médicos y pacientes. Como habían hecho antes químicos y anatomistas, las autoridades médicas establecieron un sistema de Denominación Común Internacional (conocido como DCI o INN, por sus siglas en inglés, *international nonproprietary name*) que incluye alrededor de 7.000 sustancias y crece a un ritmo de unos 150 nuevos medicamentos al año.

Gracias a esta decisión, la OMS publica de forma periódica una Farmacopea Internacional (*Pharmacopoea Internationalis*) que se rige por una serie de códigos basados en raíces y sufijos, que sirven para nombrar nuevos compuestos siguiendo la lógica de otros sistemas como el de la nomenclatura química. Así, con algunas excepciones, los antivirales terminan en *-vir*, todos los analgésicos locales acaban en *-caína*, y todos los medicamentos basados en anticuerpos monoclonales llevan el sufijo *-mab*, por poner algunos ejemplos.

Unos años después de la creación de este sistema, en 1965, el investigador Howard Mason publicó un artículo en el que acuñó el término **xenobiótico** (a partir del griego *xénos-*, «extranjero», y *-biótico*, de «vida») para referirse a aquellos compuestos químicos que son ajenos al cuerpo y que se incorporan a él de diferentes maneras. Aunque en esta etiqueta se incluyen los compuestos contaminantes que «importamos» del ambiente, como pesticidas y herbicidas (se habla de más de 200.000 moléculas fabricadas y liberadas al ambiente por el ser humano), con el término «xenobiótico» también nos referimos a los fármacos que utilizamos a diario para cuidar nuestra

salud, que en la actualidad son una de las principales fuentes de innovación e investigación. Y la historia de cómo hemos ido encontrando e identificando estas sustancias es fascinante.

Las fuentes del estupor

Hace dos mil años, los romanos se colocaban un pez eléctrico en la cabeza para tratar las cefaleas. Se trataba de una especie de raya que vive en el Mediterráneo, a la que llamaron **pez torpedo** (del latín *torpedo, torpedinis*, que significa «embotamiento» o «estupor»). Los griegos, que ya conocían a este pez, lo habían llamado *narkè*, que también significaba «atontamiento», y este vocablo es la raíz del término **narcótico** que utilizamos en la actualidad.

Durante generaciones, los humanos hemos buscado diferentes estrategias para conseguir calmar el dolor, ya fuera con peces que daban calambres o con sustancias químicas obtenidas de las plantas. Hacia mediados del siglo XIX todavía se seguía utilizando el **láudano** como principal analgésico, un extracto basado en el **opio** que se usaba en medicina desde los tiempos de Paracelso. La conocida como planta de la «adormidera» había sido una de las vías más frecuentes para alcanzar el estado de «estupor», y los médicos la utilizaban como remedio para casi cualquier cosa, con el riesgo implícito de adicciones o muertes por sobredosis.

Hacia 1804, un aprendiz de farmacia alemán llamado Friedrich Sertürner se pasó meses investigando las propiedades del opio y consiguió aislar el alcaloide del que parecían derivarse sus principales efectos. Inicialmente lo llamó *principium somniferum*, pues era una sustancia que inducía un estado de somnolencia a quienes la consumían, pero más tarde lo bautizó simplemente como *morphium*, en honor a Morfeo, el dios griego de los sueños.* Y así se conoció durante un tiempo, hasta que en 1817 el químico Joseph Louis Gay-Lussac tradujo al francés uno de los artículos de Sertürner y señaló que él prefería referirse a aquella sustancia como *morphine*, acuñando así la palabra **morfina** tal como ha llegado hasta nosotros. En el *Diccionario de la Lengua Española* de 1884 ya aparecía una definición: **Morfina.** (De Morfeo, dios del sueño, a causa de la virtud soporífica de esta substancia.) f. Álcali vegetal amargo que se extrae del opio. Combinada con los ácidos, produce sales muy venenosas.

En 1841, el médico francés Charles Gabriel Pravaz proporcionó una manera más sencilla y eficaz de administrar aquella nueva droga al inventar la moderna jeringuilla. La prueba de fuego para los poderes analgésicos de este fármaco llegó con la Guerra de Secesión estadounidense, entre 1861 y 1865, cuando el opiáceo se administró en grandes cantidades a miles de combatientes para calmar el dolor de

las heridas, lo que al final del conflicto provocó la aparición de lo que se llamó la **enfermedad del soldado**, una adicción que afectó a más de medio millón de personas. De paso, y de manera fortuita, el tratamiento de miles de heridas y mutilaciones sufridas en aquella guerra también sirvió de mega-ensayo para otro de los grandes avances médicos de la época: la posibilidad de operar a los pacientes sin dolor.

En los brazos del éter

El descubrimiento más relevante en la historia de la cirugía en occidente* empezó con un gas que primero producía ataques de risa, después permitía arrancar muelas sin dolor y, finalmente, se convirtió en esencial para todas las operaciones. Hacia 1799, el químico británico Humphry Davy probó el **óxido nitroso** consigo mismo y decidió denominarlo **gas hilarante** por la risa floja que le había provocado. En los siguientes años, varios médicos y experimentadores se fueron percatando de la posible utilidad de este y otros gases para operar sin dolor, pero el gran descubrimiento se materializó en dos actos en el Hospital General de Massachussets, en Boston, entre enero de 1845 y octubre de 1846.

El primero de ellos lo protagonizó el dentista Horace Wells, que hizo una demostración pública para extraer un diente a un paciente al que había hecho inhalar óxido nitroso. Hacia el final de la operación, el paciente al que estaba interviniendo dio un grito de dolor —probablemente porque Wells no le había suministrado la dosis adecuada del gas— y los estudiantes de medicina que asistían a la demostración empezaron a gritar que aquello era una «patraña» (*humbug*). Un año después, un ayudante de Wells llamado William Morton empleó **éter etílico** en lugar de óxido nitroso para hacer una extracción sin dolor, y se dio cuenta de su potencial. El segundo acto tuvo lugar en octubre de 1846, cuando Morton convenció al cirujano del hospital, John Collins Warren, de que utilizara aquel gas con un paciente al que iba a extraer un tumor en el cuello, y de que lo hiciera en la misma sala en la que Wells había hecho su fallida demostración. Tras despertarlo, Warren le preguntó al paciente qué había sentido, y este le dijo que había sido como si le «rascaran» el cuello. Aquello impresionó al cirujano, que hizo una histórica afirmación ante los estudiantes: «Caballeros, esto no es una patraña.»

Morton, que era un poco ladino y estaba pensando en la patente, intentó ocultar durante un tiempo qué gas había empleado y bautizó a la misteriosa sustancia como ***letheon*** (derivada del griego *lethe*, que significa «olvido»), pero poco después se vio forzado a revelar que era éter y empezó a buscar un nombre para la técnica, que inicialmente

pensó en llamar **eterización**.* El 21 de noviembre, cuando había pasado poco más de un mes desde que se llevó a cabo la primera operación exitosa, el médico y poeta Oliver Wendell Holmes le escribió una carta a Morton con una sugerencia: Todo el mundo quiere participar en un gran descubrimiento. Todo lo que haré será darle una pista o dos, en cuanto a los nombres, o un nombre que se aplicará al estado producido y al agente. Este estado, yo creo, debería llamarse *anestesia*.

Esta carta es otro de esos documentos únicos que capturan el nacimiento de una palabra científica y nos dejan una instantánea para la historia. En ella, Holmes no solo le regalaba la palabra **anestesia** (compuesta por la partícula negativa *an-* y el griego *áisthesis*, «sensación»), sino que le sugería el adjetivo **anestésico** y le anticipaba que el término sería «repetido por la lengua de todas las razas civilizadas de la humanidad». Efectivamente, al mes siguiente aquel procedimiento para operar sin dolor fue utilizado por cirujanos de Londres y París, y no tardaría en dar la vuelta al mundo. Y aunque la palabra no fue aceptada de inmediato, con el tiempo ganó la popularidad que Holmes había vaticinado.* Como anécdota, en diciembre de 1847, cuando unos médicos de Edimburgo aplicaron **cloroformo** por primera vez para asistir a un parto sin dolor, la madre estuvo tan agradecida que puso a su hija el apodo de «Anestesia».†

El fármaco «milagroso»

En 1894, la compañía alemana Bayer ya había hecho una fortuna con las tinciones (véase «I de Índigo») y estaba probando suerte en el mundo de los medicamentos. En este contexto, alguien tomó la decisión de contratar a un químico que acababa de doctorarse *cum laude* en la Universidad de Múnich. Y fue una decisión muy acertada porque, solo tres años después, aquel joven farmacéutico llamado Felix Hoffmann iba a hacer dos descubrimientos que cambiarían la historia de la compañía y de la medicina.

El 10 de agosto de 1897, Hoffmann sintetizó el **ácido acetilsalicílico** (obtenido de la corteza del sauce) y consiguió una fórmula estable y químicamente pura, lo que dio lugar a un medicamento —vendido al principio en polvo y después en tabletas— que tenía propiedades analgésicas, antipiréticas y antiinflamatorias. Bayer lo puso a la venta en 1899 con el nombre comercial de **Aspirina** (una palabra compuesta por la *a* de acetilo, el *spiri* del ácido «spírico» o salicílico, y el sufijo *-ina*), y en pocos años se convirtió en uno de los medicamentos más consumidos y populares de la historia, hasta tal punto que el término «aspirina» sustituyó al nombre de la propia sustancia activa en todos los idiomas.

Aspirina. 1. f. Ácido acetilsalicílico, que se usa como analgésico o como antipirético.

Solo once días después de sintetizar el ácido acetilsalicílico, mientras intentaba producir **codeína** —un derivado del opio menos potente y adictivo que la morfina—, Hoffmann sintetizó la **diamorfina**, un opioide con propiedades analgésicas y que mitigaba la tos y la diarrea. La empresa lo sacó a la venta casi al mismo tiempo que la aspirina y, tras barajar la posibilidad de llamarlo *Wünderlich* (el «fármaco milagroso»), se decantó por llamarlo con una variante de *heroisch* (la palabra alemana para «heroico»). Lo llamaron **heroína**.

Entre 1898 y 1913, Bayer comercializó la heroína con el reclamo de que se trataba de un sustitutivo inocuo de la morfina. En las boticas de todo el mundo se vendía como un medicamento que suprimía la tos y como tratamiento para la neumonía y la tuberculosis. La campaña comercial llegó a España en 1912 con la venta del **jarabe de heroína para niños**, que se anunciaba en todos los diarios de la época con lemas como «En la estación lluviosa: Jarabe Bayer de Heroína». Finalmente, se descubrió que era una droga igual de adictiva y la compañía alemana dejó de producirla.

El avance de la investigación y las mejoras técnicas permitieron una primera revolución en los fármacos a partir de 1950, con la irrupción de nuevas sustancias químicas capaces de modificar la actividad cerebral, que F. F. Yonkman bautizó en 1953 como **tranquilizantes**, y con una larga variedad de fármacos que cambiaron el tratamiento de las enfermedades mentales, como **sedantes**, **ansiolíticos**, **antipsicóticos** y **antidepresivos**. Se sintetizaron a partir de entonces las primeras benzodiazepinas, la clorpromazina o la fluoxetina, que se comercializaron con nombres como Valium (diazepam), Torazina y Prozac y se instalaron hasta tal punto en la cultura popular que incluso llegaron a inspirar libros y canciones.

La otra gran revolución llegó tras constatarse la existencia de todo un sistema de receptores en las neuronas que explicaba por qué las sustancias obtenidas del opio de las amapolas o del cannabis tenían efectos directos en nuestro sistema nervioso: eran moléculas homólogas a las que regulan el dolor, el sueño o la sensación de felicidad en nuestro cuerpo. Con el hallazgo de las **endorfinas** y los **endocannabinoides** y el desarrollo de la bioquímica que permitía buscar y probar sustancias que activan y desactivan los receptores (**agonistas** y **antagonistas**), se desarrollaron decenas de nuevos medicamentos más allá de los remedios que ofrecía la propia naturaleza.

Por desgracia, la historia negra de los opioides se repitió en las décadas posteriores a la creación de la heroína. Los laboratorios sintetizaron nuevas sustancias como la **metadona**, la **hidrocodona** o

la **oxicodona**, y muchas de ellas se promocionaron de nuevo como menos adictivas y causaron una grave crisis de salud pública, sobre todo en Estados Unidos, donde la prescripción masiva del medicamento OxyContin dejó un reguero de víctimas.

«Balas mágicas»

Tal vez el primer científico en atisbar que nuestra bioquímica interna era una especie de puzle, en el que unos elementos encajan con otros y se activan y desactivan, fue Paul Ehrlich (al que ya citamos como descubridor de los **anticuerpos**). En 1906, el químico alemán profetizó que, para combatir las enfermedades, sería necesario producir sustancias que buscaran los agentes que las causaban, lo que él llamó **balas mágicas** (*zauberkugel*, en alemán). En su primera conferencia en Londres, de 1907, habló de las **antitoxinas** descubiertas por su colega Emil von Behring: El descubrimiento (...) ha abierto a la farmacología y a la terapéutica este nuevo campo en el que el principio de distribución se ejemplifica de manera ideal, pues las *antitoxinas* y las sustancias antibacterianas son, por así decirlo, *balas mágicas* que golpean tan sólo a aquellos objetos para cuya destrucción han sido producidas por el organismo.

Para probar su teoría, él mismo puso en práctica una estrategia que en el futuro estaría en la base de la búsqueda de medicamentos. Convencido de que el arsénico era clave para frenar la sífilis, sintetizó centenares de compuestos orgánicos de esta sustancia y los probó sistemáticamente con ratones infectados con la enfermedad. Al llegar al ratón 606, la mezcla funcionó, por lo que la llamó temporalmente «compuesto 606». Aquella sustancia pasó a ser conocida como arsfenamina y se comercializó a partir de 1910 con el nombre de **Salvarsán**, el primer tratamiento farmacológico eficaz contra esta enfermedad venérea.

Ehrlich no solo tenía su primera «bala mágica», sino también un primer ejemplo de **quimioterapia**, término que acuñó él mismo para referirse a aquella posibilidad de combatir las enfermedades con agentes químicos. Pocos años después, los laboratorios Bayer desarrollaron otra bala, esta vez contra las bacterias, al descubrir una sustancia que protegía a los ratones de la infección por estreptococos: la sulfanilamida o sulfamida. El medicamento, que se comercializó como **Prontosil**, salvó las vidas de miles de soldados durante la segunda guerra mundial (los médicos echaban aquel polvillo blanco sobre las heridas abiertas y se evitaban las infecciones), pero también de civiles como Winston Churchill o el hijo de Franklin D. Roosevelt. Se trataba del primer antibiótico eficaz antes del uso generalizado de la penicilina (véase «B de Bacteria»). A este fármaco le siguieron otros

como la **estreptomicina**, el primer tratamiento efectivo contra la tuberculosis, que sintetizó también por primera vez en 1942 el equipo de Selman Waksman, el científico al que se atribuye la creación de la palabra **antibiótico** para etiquetar a este tipo de medicinas.

Casi un siglo después, los tratamientos más punteros para combatir enfermedades como el cáncer son herederos de aquella idea genial de las «balas mágicas» de Paul Ehrlich, entre ellos los que están basados en la **inmunoterapia** (el tratamiento con anticuerpos específicos), los llamados **anticuerpos monoclonales**, que se caracterizan por tener una gran especificidad; los tratamientos con **interleucinas** y las cada vez más exitosas terapias **CAR-T**, basadas en la expresión por los linfocitos T de receptores frente a los antígenos deseados.

De medicinas a palabras

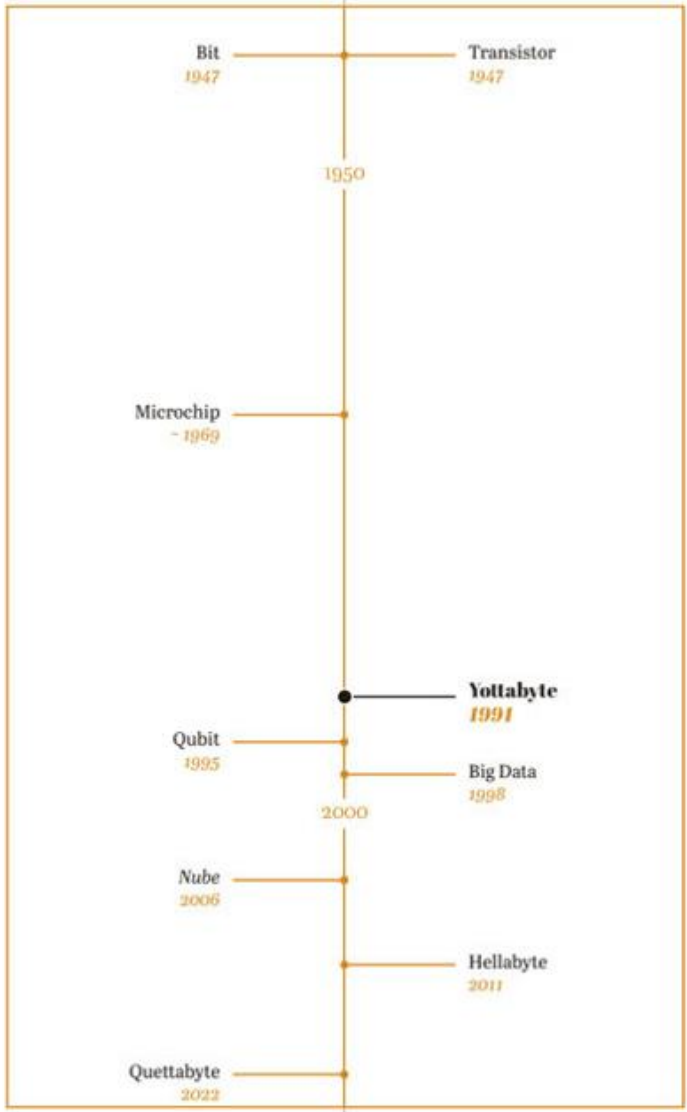
La lista de medicamentos es tan larga que ocuparía cientos de páginas, pero muy pocos han alcanzado el impacto que tuvo la aspirina, con la que se consiguió que el nombre comercial pasase a ser un nombre común. Entre los ejemplos más recientes citaré solo tres.

El primero es el **bótox**, que es el nombre comercial con el que, en la década de 1980, se empezó a denominar a la **toxina botulínica**, una neurotoxina segregada por la bacteria *Clostridium botulinum* que bloquea la activación de los músculos. El problema que producía en la salud humana lo describió en 1817 el médico alemán Justinus Kerner, que estudiaba los casos de intoxicaciones por comer salchichas, de ahí el término **botulismo**, que procede del latín *bŏtŭlus* (embutido o salchicha). Hacia 1970, sin embargo, algunos oftalmólogos estadounidenses descubrieron que podían paralizar ciertos músculos y corregir el estrabismo con esta toxina, y poco después se comercializó como Oculinum. Ya en los ochenta, la farmacéutica Allergan compró la patente de este medicamento y lo bautizó como Bótox (de la combinación de Botulínico + toxina) con la autorización de la Food and Drug Administration (FDA), que también aprobó su uso cosmético en 2002. Hoy el bótox se utiliza en el tratamiento de diversos problemas médicos, entre ellos la migraña, pero es conocido entre el público general por ser una sustancia muy usada en las operaciones de estética de los famosos. El *Diccionario de la Lengua Española* lo recoge así: **Bótox.** 1. m. Med. y Quím. Toxina bacteriana con aplicaciones en oftalmología y neurología, y muy utilizada en medicina estética.

Otro de los medicamentos de más éxito de la historia es la **píldora anticonceptiva oral combinada** (PAOC), un tratamiento hormonal que ha sido utilizado por millones de mujeres en todo el mundo desde la década de 1960. Su popularidad es tal que se conoce

sencillamente como «la píldora», sin añadir nada más. Y así consta en la segunda acepción de la palabra en el diccionario de la RAE: **Píldora.** 2. f. por antonom., píldora anticonceptiva.

Y, por último, el medicamento que causó furor mediático a finales de la década de 1990, una sustancia bautizada inicialmente como **sildenafilo** y que se estaba probando contra la angina de pecho. Cuando la farmacéutica Pfizer descubrió que su poder vasodilatador producía erecciones en los varones, cambió de estrategia y decidió comercializarla como **Viagra**, por una combinación de las palabras «vigor» y «Niágara» (por las cataratas). Hoy la «pastilla azul» se ha quedado en nuestro vocabulario, como recoge el diccionario de la RAE: **Viagra.** 1. m o f. Medicamento utilizado para el tratamiento de la disfunción eréctil masculina.


Bit
1947
Transistor
1947
1950
Microchip
~ 1969
Yottabyte
1991
Qubit
1995
Big Data
1998
2000
Nube
2006
Hellabyte
2011
Quettabyte
2022

Y de Yottabyte

El 20 de julio de 1969, mientras Neil Armstrong y Buzz Aldrin emprendían el descenso hacia la superficie de la Luna a bordo del *Eagle*, a algunos miembros del control de la NASA se les cortó la respiración. En el panel de navegación de los astronautas aparecieron sucesivamente dos alarmas con los códigos 1201 y 1202, que el equipo de Houston tuvo que buscar a toda velocidad en los manuales: el sistema de control y navegación avisaba de que se estaba saturando por haber activado demasiadas tareas. Por fortuna, el ordenador se reinició y Armstrong culminó el alunizaje con éxito.

Cuando se destacan las hazañas que se vivieron para alcanzar por primera vez la Luna, a menudo se olvida que aquella misión contaba con una de las innovaciones más importantes de la historia de la tecnología. El computador de a bordo del *Eagle* contenía algunos de los recién creados circuitos integrados, los primeros «chips» de silicio desarrollados por el Laboratorio de Instrumentación del MIT en colaboración con Fairchild Semiconductor, la empresa de California donde se habían inventado. Aquel dispositivo electrónico, que apenas tenía diez años, sería esencial para las siguientes misiones espaciales y para nuestras vidas. Para hacernos una idea del avance experimentado desde entonces, basta una comparación: el ordenador del Apolo 11 tenía 32.768 bits de memoria RAM, un millón menos que cualquiera de los teléfonos móviles que hoy llevamos en el bolsillo.

«Esquirlas» de silicio

Como ya hemos visto, una cantidad importante de los términos que hoy manejamos de forma cotidiana pertenece al ámbito de las ciencias de la computación y a lo que, una vez superadas la «era nuclear» y la «era espacial», pasó a conocerse como la **era de la información**.

En la parte teórica y matemática fue determinante el hecho de que, en 1948, Claude Shannon formulara la «teoría de la información» y recuperara las ideas desarrolladas en el siglo XIX por George Boole para aplicarlas a la transmisión de datos a través de circuitos. En aquel mismo año, Shannon usó también por primera vez la palabra **bit**, una unidad de información cuyo nombre surgía de la contracción de la expresión *binary digit* (dígito binario), acuñada un año antes por John W. Tukey, el padre de la primera definición canónica de *software*. Shannon reconocía su autoría con estas palabras: La elección de una base logarítmica corresponde a la elección de una unidad para

medir la información. Si se usa la base 2, las unidades resultantes pueden llamarse dígitos binarios, o más brevemente, *bits*, una palabra sugerida por J. W. Tukey.

En el ámbito de la física, la tecnología que permitió aquel cambio fue el desarrollo en la década de 1950 del **transistor**, un amplificador de señal basado en semiconductores que sustituyó a los **tubos de vacío** y al **triodo**, que habían hecho posible hasta entonces la fabricación de receptores de radio y televisión. El primer transistor fue fabricado en los laboratorios Bell en diciembre de 1947 y fue bautizado así por acortamiento de la fórmula *transfer-resistor* (en inglés, «resistencia que transfiere»). «En aquella época —explicó el ingeniero estadounidense John R. Pierce, quien se atribuyó la autoría del término—, el transistor fue imaginado para ser el dual del tubo de vacío, así que, si un tubo de vacío tenía transconductancia, este otro debía tener transresistencia, y por ello llegué a sugerir "transistor".»

Lo que vino a continuación fue una explosión de innovaciones difícil de repetir. Solo diez años después, y de manera independiente, Jack Kilby y Robert Noyce desarrollaron los primeros **circuitos integrados**, que incorporaban varios transistores y que, por su forma de oblea y su tamaño, empezaron a ser conocidos casi de inmediato como **chips** («esquirlas», en inglés). El primer chip, de 1957, estaba hecho de germanio y el segundo fue fabricado un año después, con silicio, un material que, como se vio después, era más barato y mucho más apropiado para la producción en masa. Kilby ganó el premio Nobel en 2000 por su invención, y Noyce dejó la empresa Fairchild Semiconductor junto con Gordon Moore para fundar Intel, hoy uno de los gigantes del sector. Las dos empresas estaban en California, en el valle de Santa Clara, una zona donde empezó a florecer la industria de la tecnología y que en 1971 fue bautizada por el periodista Don Hoefler como Silicon Valley (el «valle del silicio»).

Poco después, en 1965, Gordon Moore se dio cuenta de que se estaba produciendo una progresión en el desarrollo de aquellos chips y predijo que el número de transistores por unidad de superficie en los circuitos integrados se duplicaría cada año durante las décadas siguientes: es lo que se conoce como **Ley de Moore**, que se ha ido cumpliendo a rajatabla hasta hace muy poco (ahora se duplica cada dos años). En 1971, siguiendo los principios de aquella «ley», la empresa de Gordon Moore lanzó el *Intel 4004*, que integraba el doble de transistores por unidad de superficie que los modelos anteriores. Aquel era el primer **microprocesador**, o lo que hoy conocemos como **microchip** (término que se había empezado a utilizar al menos un par de años antes). Para hacernos una idea del avance, el primer microchip *Intel 4004* fue construido con 2.300 transistores; en 2022 ya hay microprocesadores que contienen más de 100.000 millones de

transistores.

Colgados de «la nube»

Durante las décadas siguientes, el sector tecnológico experimentó un crecimiento exponencial que permitió el desarrollo de nuevas formas de comunicación (como internet) y toda una cultura digital basada en la capacidad de procesamiento y almacenamiento de los nuevos dispositivos. Los ordenadores —que en los años setenta habrían ocupado salas enteras de un edificio— se miniaturizaron para caber en un chip de pocos milímetros y se hicieron omnipresentes en los aparatos de uso cotidiano.

En este nuevo contexto, la capacidad de almacenar y manejar información hizo que los propios datos se convirtieran en una mercancía. No está del todo claro quién fue el creador del término **Big Data**. En todo caso, hacia 1998, el científico de la computación John Mashey fue uno de los primeros en popularizarlo en sus charlas para referirse al manejo de una enorme cantidad de datos. «Estaba usando una etiqueta para una variedad de problemas y quería la expresión más simple y corta para dar a entender que los límites de la informática siguen avanzando», aseguró al *New York Times* en un artículo de investigación sobre el origen del nombre. El *Diccionario panhispánico del español jurídico* define así el concepto: **Big data.** Tel. Conjunto de técnicas que permiten analizar, procesar y gestionar conjuntos de datos extremadamente grandes que pueden ser analizados informáticamente para revelar patrones, tendencias y asociaciones, especialmente en relación con la conducta humana y las interacciones de los usuarios.

En la misma década del nacimiento del «big data» se acuñó el concepto de **minería de datos**, cuyo primer uso en inglés se remonta a la convocatoria en 1995 de un evento en Montreal, Canadá, llamado «Primera conferencia internacional sobre el descubrimiento de conocimientos y minería de datos» (First International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining). Al año siguiente se fundó una revista con el mismo título. Desde 2022, el *Diccionario de la Lengua Española* tiene un apartado en la entrada «minería» para referirse a esta acepción: **Minería de datos.** 1. f. Estad. e Inform. Proceso en el que se analizan grandes volúmenes de datos con el fin de hallar patrones que expliquen su comportamiento en un contexto determinado.

Algo parecido pasó con el concepto de **computación en la nube** (del inglés, *cloud computing*), también llamada simplemente **la nube**, para referirse al almacenamiento de información en una red de

servidores situada lejos del usuario, en lugar de en un equipo local. La expresión se había utilizado ya a mediados de la década de 1990, pero empezó a popularizarse a partir de una conferencia del CEO de la compañía Google, Eric Schmidt, en el año 2006. Hoy la octava acepción de la palabra «nube» en el diccionario de la RAE dice así: **Nube.** 8. f. Inform. Espacio de almacenamiento y procesamiento de datos y archivos ubicado en internet, al que puede acceder el usuario desde cualquier dispositivo.

Prefijos más grandes

En paralelo al desarrollo de los ordenadores personales, desde la década de 1970 se han ido fabricando computadores cada vez más potentes y rápidos, los llamados **supercomputadores**. El rendimiento de estos dispositivos se mide en el número de operaciones por segundo, lo que se conoce por el acrónimo **FLOPS** (de *floating-point operations per second*, en inglés). Hasta hace poco, los supercomputadores más potentes tenían un rendimiento de centenares de **petaflops** (un petaflop equivale a 1.000 billones de operaciones por segundo), pero desde 2022 las supercomputadoras han pasado a la escala de los **exaflops** (trillones de operaciones por segundo).

También se ha tenido que ampliar la escala en las unidades de medida referentes al almacenamiento y tráfico de información. En octubre de 1991, la Conferencia General sobre Pesos y Medidas (CGPM) incorporó los prefijos «zetta» y «yotta» para expresar, respectivamente, unidades de 10^{21} y 10^{24}. Nacieron así los **yottabytes**, una unidad de información que equivale a 1.000 **zettabytes** (10^{24} bytes), siendo el **byte** la unidad básica de 8 bits. Para hacernos una idea, toda la información que circuló por internet en 2022 rondó los 5 zettabytes, lo que quiere decir que tendría que aumentar 200 veces para alcanzar el yottabyte (se calcula que es la información que podrían albergar alrededor de un millón de centros de datos actuales o la que cabría en una pila de DVD que fuera desde tu casa hasta el planeta Marte).*

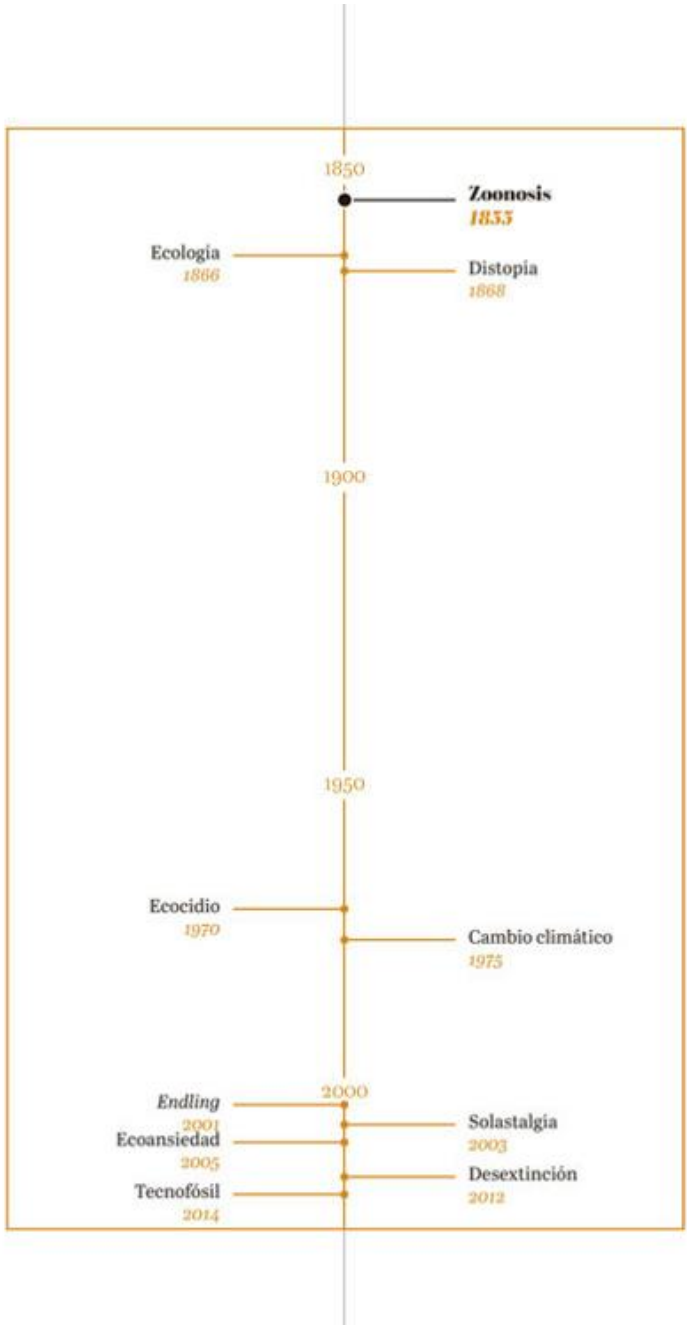
Aun así, la capacidad de los nuevos equipos aumenta a tal velocidad que ha obligado a la Conferencia General sobre Pesos y Medidas a adelantarse y a preparar nuevos prefijos para lo que viene en el futuro. Ignorando algunas peticiones en la red que abogaban por la adopción de la unidad de medida **hellabyte** para referirse a 1.000 yottabytes —de la expresión humorística «*a hell of a lot of bytes*», que podría traducirse como «un mogollón de datos»—, la conferencia internacional aprobó en noviembre de 2022 la adopción de los prefijos «ronna» y «quetta» para unidades de 10^{27} y 10^{30}, respectivamente.

De esta manera nacía el **quettabyte** como la unidad más grande

de información, el equivalente a 10^{30} bytes, es decir, un millón de yottabytes o, si se prefiere, mil hellabytes. En números se expresaría así: 1 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 bytes.

Siguiendo con la broma del «hellabyte», esto en español vendría a ser un «requetemogollón» de datos.

Todas estas cifras parecen inalcanzables, pero en el horizonte se vislumbra el posible desarrollo de **ordenadores cuánticos**, cuya capacidad de procesamiento puede superar con creces todo lo que conocemos hasta ahora. En este caso, las mediciones ya no se harían en bytes, sino en bits cuánticos, conocidos como **qubits** o **cúbits**, término creado en 1995 por el físico teórico Benjamin Schumacher. Aunque no hay una manera directa de pasar cúbits a bytes, las empresas que trabajan con estos equipos hablan de capacidades equivalentes a millones de quettabytes. Sea como sea, habrá que esperar a ver si el sueño cuántico se hace un día realidad.


1850
Zoonosis
1855
Ecología
1866
Distopia
1868
1900
1950
Ecocidio
1970
Cambio climático
1975
2000
Endling
2001
Ecoansiedad
2005
Tecnofósil
2014
Solastalgia
2003
Desextinción
2012

Z de Zoonosis

La mayoría de las personas sin formación científica nunca habían oído hablar de **zoonosis** hasta que, en los primeros meses de 2020, el término empezó a aparecer en todas partes al desatarse la pandemia de la COVID-19. Pero la palabra no era nueva, ni mucho menos. Había sido acuñada en 1855 por el patólogo alemán Rudolf Virchow (creador de otros términos como «glía» «leucemia» y «trombosis») en el contexto de su estudio de la triquinosis, una enfermedad de los cerdos que se transmite a los humanos a través del consumo de carne. Desde que, en 1951, la OMS marcó el criterio, el concepto de zoonosis se refiere a las enfermedades e infecciones que padecen los animales y que se transmiten de manera natural a las personas y viceversa. Y, en el arranque del siglo XXI, se ha convertido en una amenaza creciente.

Las enfermedades que saltan de los animales al ser humano van a ser cada vez más frecuentes, según advierten los especialistas, debido a que estamos arrinconando a la vida salvaje y favoreciendo este tipo de contactos. Ya había pasado con anterioridad con el VIH, el ébola o el primer SARS, pero el clima cada vez más cálido, unido al aumento de la deforestación, el comercio de vida silvestre y la agricultura industrial, harán que las pandemias, que en nuestro imparable avance tecnológico y material creíamos definitivamente superadas, se hagan incluso más presentes. Y la aparición de nuevos casos de zoonosis es solo uno de los muchos efectos que la relación tóxica con el medioambiente está teniendo en nuestras vidas.

En la búsqueda de soluciones a esta situación se han creado nuevas etiquetas que ayudan a entender que la salud del planeta es también nuestra salud y que, dañando los ecosistemas, estamos alimentando un problema que nos afecta a todos. A partir del año 2007, la OMS abanderó el concepto de ***One Health*** (que designa a «una única salud» y que a menudo se traduce como **Salud Global**) para recalcar la necesidad de un enfoque que tenga en cuenta al mismo tiempo el bienestar humano y el animal. Una advertencia que ya había hecho Virchow al hablar por primera vez de zoonosis. «Entre la medicina animal y la humana no hay línea divisoria ni debería haberla —escribió—. El objeto es diferente, pero la experiencia obtenida constituye la base de toda medicina.»

La palabra **ecología**, que tanto usamos ahora, tampoco es nueva. Fue acuñada en 1866 por otro alemán, el naturalista Ernst Haeckel, a partir de las palabras griegas *oîkos* (casa) y *lógos* (conocimiento), de modo que, de manera literal y muy oportunamente, vendría a

significar el «conocimiento de nuestra casa». Haeckel la empleó para referirse al «conjunto de relaciones entre un organismo y su ambiente» y a la «relación dinámica entre las especies y sus hábitats». Y eso es justo lo que un siglo y medio después estamos destruyendo a marchas forzadas.

Tiempos de cambio

Una de las ideas que más he querido recalcar en este diccionario es que muchas de las palabras cuyo origen creemos ubicado en la noche de los tiempos son más recientes de lo que parece. Entre los ejemplos más llamativos está el término **nostalgia**, cuya etimología nos remite al viaje de Ulises; *nostos* es el vocablo griego que emplea Homero en la *Odisea* para referirse al «regreso», y *algia* es el sufijo usado en medicina para «dolor» (*álgos*). Sin embargo, el origen de la palabra está bien documentado y es más cercano en el tiempo: fue creada el 22 de junio de 1688 por un médico alsaciano llamado Johannes Hofer en su tesis *Dissertatio medica de nostalgia oder Heimweh*, un trabajo en el que describía el caso de dos personas que habían recuperado rápidamente la salud al regresar a su hogar. De este modo, Hofer ponía nombre a la aflicción que experimenta una persona cuando se separa de su tierra y de los suyos, aunque, con el paso del tiempo, la nostalgia pasó a designar la añoranza del pasado en general.

Desde que, en 1975, el oceanógrafo Wallace Smith Broecker usó por primera vez en el sentido actual los términos **cambio climático** y **calentamiento global**,* la humanidad ha ido cobrando conciencia de la crisis provocada por nuestra actividad y, paralelamente, se han ido generando decenas de palabras para etiquetar esta nueva realidad. También para ponerle nombre a los sentimientos que nos produce la pérdida de los paisajes que conocíamos y que hoy cambian ante nuestros ojos. En 2003, el filósofo australiano Glenn Albrecht —que había sido testigo de cómo la industria minera destruía su tierra natal— inventó la palabra **solastalgia** para definir el dolor que experimentamos al ver los efectos de la destrucción humana en el paisaje que nos rodea. «Con mi esposa Jill, me senté a la mesa del comedor en casa y exploré numerosas posibilidades —explicó—. Nos llamó la atención una palabra, “nostalgia”, ya que en otro tiempo había sido un concepto relacionado con… la añoranza del hogar.» Tres siglos después de Hofer, el filósofo ambiental había creado un nuevo término a partir de la palabra latina *sōlācium* (comodidad) para recalcar la pérdida del lugar en el que uno ha vivido de forma confortable.

Desde entonces, la palabra solastalgia ha cuajado entre los científicos que estudian los efectos de la crisis climática, y se han

realizado diferentes estudios para conocer el impacto emocional que sufre la población en lugares donde los incendios forestales, los vertidos de petróleo o las inundaciones lo han arrasado todo. Desde 2005 también se ha popularizado el concepto de **ecoansiedad**, que los psicólogos han definido como «un miedo crónico al desastre ambiental» o como «la sensación generalizada de que los cimientos ecológicos de la existencia están en proceso de colapso». Según una encuesta de 2020 de la Asociación Americana de Psicología, hasta dos tercios de los estadounidenses adultos aseguran sentir ecoansiedad, un sentimiento que atenaza sobre todo a los más jóvenes, que viven con la sensación de que los estamos dejando sin futuro.

El vocabulario del apocalipsis

El goteo de malas noticias sobre la realidad climática ha alimentado una espiral de mensajes catastrofistas que algunos expertos consideran contraproducentes, pues conducen al derrotismo. Así, por ejemplo, uno de los conceptos más de moda en los últimos años es el de **distopía**, término acuñado por el filósofo inglés John Stuart Mill en 1868 como antónimo de la «utopía» descrita por su compatriota Tomás Moro unos siglos antes. Según la definición del *Diccionario de la Lengua Española*, una distopía es una «representación ficticia de una sociedad futura de características negativas causantes de la alienación humana», aunque actualmente vivamos con la sensación de que los adjetivos «ficticia» y «futura» están a punto de caerse de la definición.

En el terreno de la ciencia, ya vimos que el impacto de la actividad humana ha abierto un debate en el seno de la geología, donde desde el año 2000 se discute la conveniencia de nombrar como **Antropoceno** a la época actual. En este contexto, el profesor Jan Zalasiewicz y un equipo de investigadores de la Universidad de Leicester crearon en 2014 la palabra **tecnofósil** para referirse a los restos de nuestra incesante actividad productiva que quedarán en el registro geológico. Así arrancaba su artículo: A medida que los humanos han colonizado y modificado la superficie de la Tierra, han desarrollado progresivamente herramientas y tecnologías más sofisticadas. Estas sustentan un nuevo tipo de estratigrafía, que denominamos tecnoestratigrafía, marcada por la evolución geológicamente acelerada y la diversificación de los *tecnofósiles*: los restos materiales conservables de la *tecnosfera*.

Igual que encontramos los restos fosilizados de los dinosaurios, argumentaba Zalasiewicz, en el futuro se podrán encontrar millones de restos de nuestro paso por el planeta, desde los más diminutos hasta los que tienen el tamaño de ciudades enteras. Eso incluye las autopistas, los edificios, los teléfonos y hasta los cepillos de dientes.

«Muchos de los objetos desechados que ahora ensucian el paisaje quedarán enterrados en sedimentos, y estarán en camino de convertirse en tecnofósiles», aseguró el investigador. Y la palabra tiene cierto atractivo, porque nos permite contemplarnos a nosotros mismos como a los protagonistas de un relato de ciencia ficción en un escenario postapocalíptico.

En 2020, otro equipo de científicos añadió más argumentos a esta visión con un trabajo en el que aseguraban que la producción y acumulación de objetos fabricados por el hombre (la denominada **masa antropogénica**) sobrepasaba ya a la propia biomasa del planeta. El equipo de Ron Milo estimaba que la humanidad había producido para entonces más de 30.000 millones de toneladas al año de objetos e infraestructuras y que habíamos superado las 1,1 teratoneladas que pesa la biomasa constituida por el resto de los seres vivos. Para denominar el estado en que quedan las cosas después de nuestro paso por un lugar, algunos grupos ecologistas han pedido incorporar al diccionario el neologismo **basuraleza**.

Más allá de los objetos físicos concretos, uno de los conceptos científicos de mayor calado en este ámbito es el de **huella ecológica**, creado por el economista William Rees en 1996 para tratar de contabilizar el impacto de nuestras actividades en el medio ambiente. Se trata de una forma tangible de medir «la superficie necesaria para producir los recursos consumidos por un ciudadano, una actividad, país, ciudad o región, etc., así como la necesaria para absorber los residuos que genera». Por extensión, el concepto se aplicó más tarde a la huella que dejan nuestras emisiones de CO_2, principal causante del aumento de la temperatura y del efecto invernadero, y así nació la expresión **huella de carbono**. En 1983, la comisión de Desarrollo y Medio Ambiente de la ONU creó también el término **sostenibilidad,** que cuatro años más tarde generaría la expresión **desarrollo sostenible** para definir el objetivo de que la humanidad pueda seguir creciendo y progresando sin poner en riesgo la salud del planeta.

Cada vez más solos

En el año 1995, el paleontólogo Richard Leakey y el bioquímico Roger Lewin publicaron un libro titulado *La sexta extinción* en el que popularizaron la idea de que el ser humano está provocando la **sexta extinción masiva** en nuestro planeta. Aunque hay discrepancias sobre los matices, nadie pone en duda que, en los últimos siglos y décadas, nuestra actividad está provocando que las especies desaparezcan a una velocidad de vértigo. «La biodiversidad del planeta está en caída libre, con una cuarta parte de las especies en peligro de extinguirse, muchas de ellas en el plazo de décadas — señalaba un informe de la ONU en

2020—. Numerosos expertos creen que estamos viviendo (...) al borde de un evento de extinción masiva de especies, el sexto en la historia del planeta y el primero causado por un solo organismo: nosotros».*

Las advertencias sobre este desastre vienen de lejos. En 1970, el biólogo Arthur Galston creó la palabra **ecocidio** para referirse a la «destrucción deliberada del medioambiente», y pidió prohibir acciones como las que estaba llevando a cabo Estados Unidos en la guerra de Vietnam. «Un mundo cada vez más consciente —decía un artículo del *New York Times* sobre la propuesta de Galston— no puede ser indiferente a las consecuencias de la interferencia deliberada en el equilibrio ecológico.» Al echar la vista atrás, la lista de especies que el ser humano ha contribuido a hacer desaparecer es larga y escalofriante, con criaturas tan carismáticas como el dodo, la paloma migratoria o el quagga. En algunos de estos casos, durante un tiempo se tuvo localizado a un único individuo vivo, el último representante de una especie condenada a la desaparición, lo que ha dado lugar a una de las palabras más tristes y representativas de la situación que estamos viviendo: ***endling***.

El término, compuesto a partir de la palabra inglesa *end* (final), aún no tiene traducción en castellano. Su origen se remonta a 1996, cuando dos especialistas en cuidados paliativos propusieron esta palabra, en una carta enviada a la revista *Nature*, para designar a la persona que, al morir sin descendencia y al carecer de otros parientes, se convierte en la última de su linaje. Hubo que esperar hasta 2001 para que *endling* cobrara un nuevo significado. Fue entonces cuando los responsables de una exposición en el Museo Nacional de Australia colocaron un cartel encima de la imagen del último ejemplar de tilacino o lobo marsupial, que había muerto en 1936 en un zoo de Tasmania, con la nueva definición de la palabra: ***Endling***. n. El último individuo superviviente de una especie animal o vegetal.

Aquel tilacino, al que llamaron *Benjamin*, se ha convertido en un símbolo de la destrucción de la biodiversidad. También lo son, por citar solo algunos, la paloma migratoria *Martha*, la última ave de esta especie que murió el 1 de septiembre de 1914 en el zoológico de Cincinnati; el *Solitario George*, la última tortuga gigante de Pinta, que murió en las islas Galápagos el 24 de junio de 2012, o *Celia*, el último bucardo que vivió en los Pirineos, cuyo cuerpo fue encontrado sin vida el 6 de enero del año 2000. La palabra *endling* ha pasado a formar parte de la cultura popular y en los últimos años no ha dejado de aparecer en canciones, cómics y otras manifestaciones artísticas.

Desandar el camino

Además de las etiquetas creadas para nombrar el daño que hemos

hecho a la naturaleza, se ha generado un vocabulario nuevo en torno a las iniciativas surgidas para remediar la situación. A partir de 2012, por ejemplo, se popularizó la palabra **desextinción** para referirse a los esfuerzos por recuperar especies que han desaparecido de la faz de la Tierra (el intento más notable fue la clonación, en 2003, del bucardo *Celia*, aunque el animal apenas vivió unos minutos). El vocablo, que como tantos otros había nacido en un libro de ciencia ficción (de 1979), se hizo muy conocido a partir de una serie de artículos y conferencias, y hoy en día se usa para hablar de otros posibles proyectos como los de «clonar» un mamut lanudo o incluso para fantasear —como en la película *Parque Jurásico*— con recrear algo parecido a un dinosaurio.

Otra palabra generada a partir del prefijo «des-» es **decrecimiento**, utilizada por primera vez en 1972 por el filósofo y periodista francés André Gorz. Al hablar de *décroissance*, Gorz ponía nombre a una idea que había empezado a resonar unos años antes a partir del informe encargado por el Club de Roma al MIT. En aquel documento, publicado en 1968 con el título *Los límites del crecimiento*, se estableció la tesis de que, en un planeta limitado, no es posible un continuo crecimiento económico, un asunto que todavía hoy es motivo de discusión.

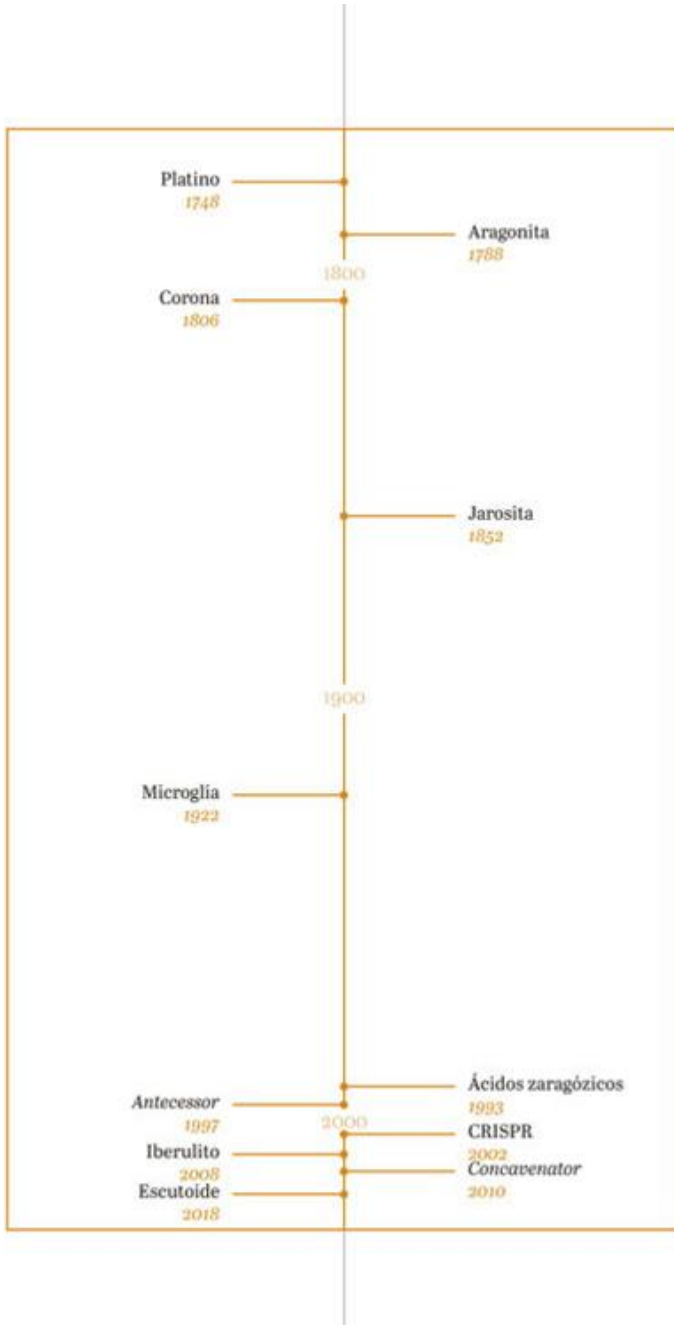
Y lo mismo sucede con el concepto **descarbonización**, defendido por primera vez en 1989 por investigadores japoneses y convertido hoy en uno de los objetivos prioritarios para tratar de frenar la crisis climática. Según la definición incluida en el glosario del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), y recogida por la Fundéu, la palabra «alude al proceso mediante el cual los países u otras entidades tratan de lograr una economía con bajas emisiones de carbono, o mediante el cual las personas tratan de reducir su consumo de carbono».

Cambiando el futuro

En el nuevo contexto de «emergencia climática», se han convertido en habituales palabras de reciente creación como **permafrost** (acuñada por el geólogo Siemon Muller en 1946 para definir el terreno permanentemente congelado que ahora se está derritiendo), **microplásticos** (descritos por el ecólogo marino Richard Thompson en 2004 tras encontrar millones de fragmentos de este material en las playas de Reino Unido) y **refugiados climáticos** (expresión utilizada por las Naciones Unidas desde 1985, cuando el experto Essam El-Hinnawi los definió como las personas «forzadas a dejar su hábitat tradicional, temporal o permanentemente, debido a un importante cambio ambiental»).

La lluvia de neologismos en todos los idiomas es un ejemplo de creatividad permanente y una muestra del cambio en la mentalidad colectiva. En 2015 irrumpió en la lista anual de vocablos relacionados con la comida del *New York Times* la palabra **climariano** (*climatarian*) para referirse a la persona que elige su comida en función de lo que es menos perjudicial para el planeta. Recientemente se han popularizado los términos ***Flygskam*** (en sueco) y ***Vliegschaamte*** (en alemán) para describir la vergüenza de viajar en avión por el impacto que las emisiones de este medio de transporte tienen en la atmósfera. Y en algunos ámbitos se utiliza desde hace poco el neologismo **morbique** para referirse al deseo de viajar a lugares del planeta antes de que la crisis climática los transforme o desaparezcan para siempre.

A pesar del pesimismo provocado por los efectos cada vez más visibles de la crisis climática, el hecho de que las nuevas generaciones estén cambiando el diccionario es un motivo de esperanza para creer que quizá algún día también cambiará la realidad. Aunque no podemos anticipar cuáles serán, surgirán nuevas ideas, nuevos inventos y nuevos mecanismos, que habrá que bautizar y que obligarán a renovar los diccionarios. La única certeza es que, por muy mal que se pongan las cosas, la rueda de las palabras y el asombro nunca dejará de girar.


Platino
1748
Aragonita
1788
1800
Corona
1806
Jarosita
1852
1900
Microglia
1922
Ácidos zaragózicos
1993
Antecessor
1997
2000
CRISPR
2002
Iberulito
2008
Concavenator
2010
Escutoide
2018

Apéndice I
Ciencia con eñe

El lector atento habrá observado que, en el *Diccionario del asombro*, falta la entrada con la letra «ñ». Fue una decisión consciente que tomé después de barajar las pocas opciones que existen con esta letra inicial en el vocabulario científico y valorar el efecto negativo que habría tenido forzar la inclusión de un capítulo del estilo «Ñ de Ñacurutú» en la coherencia global del texto.

Y es que la «ñ» es una letra especial, un poco como lo es nuestra relación con la ciencia. No hay muchas palabras que empiecen por «ñ», como tampoco hay muchas palabras científicas creadas originalmente en español. Con honrosas excepciones, no somos una cultura que se haya distinguido por su capacidad de innovación científica, mal que nos pese. Para compensar la ausencia de esta letra tan española, he decidido recopilar aquí (en orden alfabético) algunos de los términos que han sido creados originalmente en nuestro idioma y que han ido apareciendo en diferentes partes del libro. Ojalá sirva para estimular las mentes de lectores jóvenes que en el futuro llenen la ciencia de nombres nuevos y contribuyan a aumentar la influencia del castellano en el ámbito científico (cada vez más monopolizado por el inglés).

Antecessor

Homo antecessor es el nombre de una especie extinta del género Homo que vivió hace unos 800.000 años en lo que hoy es la sierra de Atapuerca, en Burgos (España), y cuyos restos fueron descubiertos en el yacimiento de la Gran Dolina. El nombre fue acuñado por el paleoantropólogo José María Bermúdez de Castro —codirector de las excavaciones y, desde 2022, miembro de la Real Academia Española—, quien unos días antes había consultado un diccionario de latín. Allí encontró un término que había sido utilizado en el contexto bélico por los romanos para designar al explorador (*antecessor*) que reconocía el terreno y observaba a las fuerzas enemigas. El artículo que el equipo de Bermúdez de Castro publicó en la revista *Science* en 1997 incluía una explicación etimológica. «Asignando este nombre —apuntaban— destacamos que los homínidos TD6 pertenecen a la primera población conocida hasta ahora en el continente europeo.» Habían pasado treinta y tres años desde que la misma revista había publicado el

descubrimiento de otra especie humana, el *Homo habilis*.

Concavenator

Es el terópodo que fue identificado por el paleontólogo español José Luis Sanz y su equipo en el yacimiento de Las Hoyas y que ha inmortalizado el nombre de Cuenca en la literatura científica.

Corona

Esta palabra, creada originalmente en 1806 por el español José Joaquín de Ferrer, se ha incorporado al lenguaje internacional. En el *Diccionario de Oxford* aparece la entrada «Corona» con esta definición: «un anillo de luz visto alrededor del sol o de la luna, especialmente durante un eclipse» (véase «E de Eclipse»).

CRISPR

A Francis Mojica no le dieron el premio Nobel por el descubrimiento de este sistema de defensa de las bacterias, pero el nombre que él acuñó se ha convertido en universal, así como el uso de la herramienta (véase «G de Gen»).

Escutoide

Es una de las aportaciones más recientes que se han hecho en el ámbito de la biología y de las matemáticas. El descubrimiento de esta nueva forma geométrica fue posible gracias al esfuerzo y a la creatividad del biólogo sevillano Luisma Escudero y su equipo. ¿Estará algún día en los diccionarios? (véase «C de Cálculo»).

Jarosita

Es un mineral descrito en 1852 por August Breithaupt, que debe su nombre a que el minerólogo alemán descubrió las primeras muestras en el barranco del Jaroso, cerca de las Cuevas del Almanzora, en Almería. Este mineral, cuyo color varía entre el amarillo y el marrón anaranjado, se forma por la oxidación de sulfuros de hierro, especialmente la pirita, y fue hallado en la superficie de Marte en 2004 por el rover Opportunity, de la NASA. El nombre no lo acuñó un español, pero sí responde al lugar donde se produjo su hallazgo. Algo parecido sucede con los ácidos **zaragózicos**, descubiertos en 1993 por un grupo de investigadores en el río Jalón, cerca de Zaragoza. Y con la **aragonita,** una de las formas cristalinas del carbonato cálcico, cuyo nombre fue fruto de un curioso error geográfico del mineralogista alemán, Abraham Gottlob Werner: lo encontró en 1788 en Molina de Aragón, que él creyó que estaba en Aragón, pero resulta que está en Guadalajara. ¡Vaya líos se traen estos españoles con los nombres de los pueblos!, pensaría.

Iberulito

Los iberulitos son un tipo particular de microesferulitos, partículas esféricas con diámetros inferiores a 2 mm que se forman en la troposfera y participan en los procesos de nucleación que dan lugar a las nubes. Fueron bautizados así porque un equipo de investigadores de la Universidad de Granada los identificó en la península ibérica en 2008. Se forman por complejas interacciones aerosol-agua-gas a partir de las frecuentes intrusiones de polvo sahariano y representan a la península ibérica por el mundo en calidad de embajadores atmosféricos.

Malpaís

En geología también hemos aportado algunos términos para la comunidad científica internacional. En el *Diccionario Collins*, «*malpais*» aparece definido como «una extensa área de flujos de lava ásperos y estériles».

Microglía

La influencia de Cajal en la neurociencia es quizá la aportación científica española más conocida distinguida con un premio Nobel. Como vimos, no fue el español quien bautizó a las células neuronales, pero sí fue quien las describió con más detalle e inspiró a quienes la bautizaron. De su escuela, Pío del Río Hortega tuvo también el honor de tener sus propias neuronas a su nombre, las células de Hortega, que él llamó «microglía», como se conocen en la actualidad. La más reciente aportación en español a la neurociencia son las células «gorditas» (véase «N de Neurona»).

Minio

No es exactamente una palabra acuñada en español, pero sí generada en la península ibérica, pues *minium* era como los romanos llamaban a una mezcla de cinabrio con óxido de plomo que extraían del norte de Hispania, en especial de la zona donde está el río Miño (cuyo nombre se debe a este material). El minio es una pintura antioxidante que se sigue utilizando para proteger estructuras metálicas en todo el mundo.

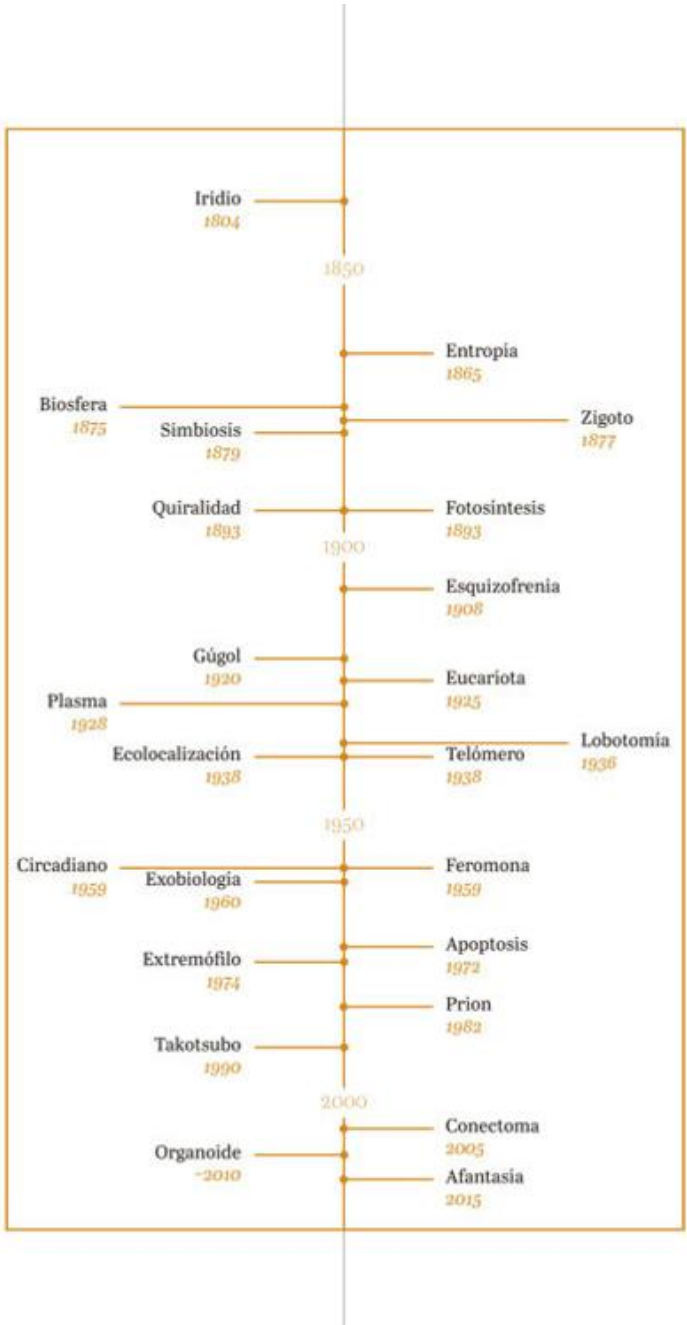
Platino

De los tres elementos químicos descubiertos por españoles, solo el «platino» puede considerarse como aportación lingüística. En su *Relación Histórica del Viage a la América Meridional*, de 1748, Antonio de Ulloa la llamó inicialmente **platina** y la describió brevemente como una «piedra de tanta resistencia que no es fácil romperla ni desmenuzarla con la fuerza del golpe sobre el yunque de acero». El término pasaría al mundo anglosajón como *platinum*. Los otros dos, el wolframio (al que se quiso cambiar más tarde por tungsteno) y el vanadio, fueron aportaciones foráneas. En este último caso, teniendo

en cuenta que Andrés Manuel del Río llamó primero «pancromio» al elemento, y después «eritronio», pues casi que se agradece (véase «F de Fósforo»).

Tornado, derecho, DANA, huracán y…

El español ha dejado una huella especial en el ámbito de la meteorología, donde algunos términos muy utilizados tienen sabor hispano (véase «H de Huracán»). Dos de ellos, además de los citados, son los fenómenos de **El Niño** y **La Niña**. Se trata de un patrón climático que se produce periódicamente en el océano Pacífico y que fue descrito por primera vez en 1924 por el meteorólogo británico Walter Gilbert. La fase de calentamiento y lluvias que él llamó «Oscilación Sur» se conoció más adelante como «El Niño» porque, en Perú, se llamaba así al fenómeno que se producía en Navidad (por el «*niño*» Jesús). Por contraposición, a la fase de enfriamiento se la llamó «La Niña». Se trata de los únicos dos términos meteorológicos de uso internacional que contienen la «ñ».


Iridio
1804
1850
Entropía
1865
Biosfera
1875
Simbiosis
1879
Zigoto
1877
Quiralidad
1893
Fotosíntesis
1893
1900
Esquizofrenia
1908
Gúgol
1920
Eucariota
1925
Plasma
1928
Lobotomía
1936
Ecolocalización
1938
Telómero
1938
1950
Circadiano
1959
Exobiología
1960
Feromona
1959
Apoptosis
1972
Extremófilo
1974
Prion
1982
Takotsubo
1990
2000
Conectoma
2005
Organoide
-2010
Afantasia
2015

Apéndice II

Algunos asombros más

a

Afantasía (2015)

Aunque, ya en 1880, Francis Galton había escrito sobre personas que no podían crear imágenes mentales, esta curiosa condición no recibió nombre científico hasta 2015, cuando el investigador Adam Zeman, de la Universidad de Exeter, creó el término *aphantasia* para definirla. Estudios más recientes han mostrado que, cuando a las personas incapaces de crear imágenes visuales se les pide que imaginen objetos brillantes y oscuros, no se les dilata la pupila, a diferencia de lo que les sucede a los demás.

Alienista (~1801)

En 1795, el médico francés Philippe Pinel fue nombrado director del hospital de La Salpêtrière, en París, y cambió el trato vejatorio que se daba a los enfermos mentales (alienados, como los llamaban entonces). En 1801 (en su *Tratado médico-filosófico de la alienación mental o manía*), propuso por primera vez la creación de un cuerpo de médicos especializados en la salud mental que ayudara a estas personas a recuperarse y les permitiera volver a la sociedad. Estos especialistas recibieron el nombre de «alienistas» (*aliénistes*) y se considera que el primero de ellos fue Jean-Étienne Dominique Esquirol, alumno de Pinel. En el *Diccionario histórico de la lengua española* (1933-1936) aparece la palabra «alienista» descrita como «el médico especialmente dedicado al estudio y curación de las enfermedades mentales».

Alucinación (1817)

La palabra fue establecida en 1817 como término técnico por el médico francés Jean-Étienne Dominique Esquirol, alumno de Philippe Pinel. La escribió en una carta al anatomista alemán Johannes Müller:

> Las alucinaciones de la vista se han llamado visiones, pero este término es apropiado solo para esa modalidad sensorial. ¿Acaso se puede hablar de «visiones auditivas», «visiones gustativas» o «visiones olfativas»? Estos últimos fenómenos, sin embargo, muestran los mismos mecanismos que la visión y se ven en las mismas enfermedades. Se necesita un término genérico para todos. He propuesto la palabra *alucinación*.

Apoptosis (1972)

Este proceso de la muerte celular programada, uno de los más importantes en la fisiología, fue descubierto en una fecha tan reciente como 1972. Sus descubridores usaron la palabra griega *apóptōsis* (caída, desprendimiento) para darle nombre. En el artículo en el que anunciaron su descubrimiento, los autores daban las gracias al profesor de griego James Cormack, de la Universidad de Aberdeen, por la sugerencia. La palabra, aseguraban en una nota, «se usa en griego para describir la "caída" de los pétalos de las flores o de las hojas de los árboles» (véase «Senescencia»).

Aposematismo (1890)

Esta palabra describe el hecho de que algunas especies animales hayan desarrollado colores muy llamativos para advertir que son venenosos y no debes acercarte a ellos. El término tiene fecha de creación: fue acuñado en 1890 por el zoólogo inglés Edward Bagnall Poulton en su libro *Los colores de los animales*. Aposematismo se construye con la partícula *apo-* (que significa «lejos» o «aparte») y *sema* (señal), y puede traducirse como «uso de señales de advertencia».

Autoclave (1879)

Este «aparato para la esterilización por vapor a presión y altas temperaturas», imprescindible en cualquier laboratorio, fue inventado y nombrado en 1879 por el colaborador de Louis Pasteur, Charles Chamberland. Juntos diseñaron también un filtro de porcelana que impedía pasar a las bacterias, el filtro Chamberland-Pasteur. La palabra «autoclave» está formada a partir del latín *auto-* (por sí mismo) y *clavis* (llave), con la intención de recalcar que es un aparato que se cierra solo.

b

Biomimética (1963)

En electrónica existe un tipo especial de circuito llamado «disparador de Schmitt», que fue inventado en 1934 por el ingeniero estadounidense Otto Herbert Schmitt. Hasta aquí nada de interés, pero es que Schmitt diseñó este circuito inspirándose en sus estudios previos sobre los calamares, específicamente en la forma en que los impulsos neurales se desplazan a través de los nervios de estos animales. En 1963, pronunció por primera vez en una conferencia la palabra «biomimética» para referirse a la ciencia de sistemas que copia a los animales (antes conocida como «biónica»). Y en 1969 utilizó la palabra en el título de un artículo e inauguró este nuevo campo de la ciencia.

Biorremediación (~1960)

Definida por la RAE como el «empleo de microorganismos para la recuperación del medio ambiente o para el tratamiento de materiales», es una de las aplicaciones más prometedoras de la biotecnología. Fue ideada en la década de 1960 por el ingeniero estadounidense George M. Robinson, cuando trabajaba para una empresa petrolífera y empezó a experimentar con determinados grupos de bacterias para ver si degradaban los residuos de fuel. Hoy se usan estas estrategias en multitud de ámbitos, como la descontaminación de suelos o la depuración de aguas.

Biosfera (1875)

Esta palabra, con la que nombramos la «envoltura viva» de nuestro planeta, es bastante reciente, pues fue creada en 1875 por el geólogo austríaco Eduard Suess. «Si hay algo que parece ajeno a este gran cuerpo celeste que consta de esferas es la vida orgánica», escribió. Suess observó que la vida parecía limitarse a una zona determinada de la litosfera y señaló por primera vez que «en la superficie de los continentes es posible destacar una *biosfera* independiente». A partir de 1920, el término adquirió connotaciones ecológicas gracias al científico ruso Vladímir Vernadski, quien definió la biosfera como la mayor fuerza geológica individual de la Tierra, que mueve, procesa y recicla varios miles de millones de toneladas de masa cada año (véase «Gaia»).

c

Célula madre (~1990)

Cuando en español utilizamos la expresión «células madre» nos estamos refiriendo a lo que en muchos otros idiomas, desde el inglés al portugués, pasando por el francés y el alemán, se conoce como «células troncales». La fórmula se extendió en los medios de comunicación españoles a mediados de la década de 1990 y hoy está plenamente asentada, a pesar de que para algunos científicos no es del todo correcta. Aunque estas células ya se habían aislado en ratones, adquirieron celebridad en 1998, cuando el equipo de James Thomson creó las primeras *embryonic stem cells* (células embrionarias troncales) a partir de embriones humanos. Hay otros muchos tipos de células troncales, pero en general se etiquetan bajo el paraguas de «células madre». Como cuenta el investigador del CNB Lluis Montoliu, esto ha llevado a que alguna vez aparezca en las traducciones al inglés la expresión *mother cells*, que a los científicos anglosajones les suena a chino.

Chernobilita

Como sucede con la trinitita y la hiroshimita, se trata de un mineral formado a partir de un suceso relacionado con la actividad nuclear. En este caso no se formó por la explosión de una bomba atómica, sino por la fusión del reactor de la central nuclear de Chernóbil en el accidente de 1986. La chernobilita está formada por cristales de silicato de zirconio y tiene un 10% de uranio, por lo que es altamente radiactiva (véase «Tranquilitita»).

Circadiano (1959)

La palabra fue creada por el biólogo rumano-estadounidense Franz Halberg en 1959 a partir de los términos latinos *circa* (alrededor) y *diem* (día). «Puede servir para dar a entender que ciertos períodos fisiológicos son cercanos a las 24 horas, si es que no tienen exactamente esa duración», escribió Halberg en el artículo original en el que definió el concepto. Hoy se considera a este biólogo como uno de los fundadores de la **cronobiología**, la ciencia que estudia los ritmos biológicos en los seres vivos y sabemos que los ritmos vitales asociados a la luz-oscuridad tienen un papel fundamental en la salud (véase «Sol»).

Codón (~1957)

La palabra «codón», formada por la raíz latina *cōd-*, «codificar», y el sufijo *-on*, significa etimológicamente «partícula que codifica» y fue acuñada por el biólogo Sydney Brenner en algún momento entre 1957 y 1958, según contó en sus memorias. En aquellos días, Brenner y Francis Crick se hallaban inmersos en una serie de experimentos que resultaron cruciales para demostrar cómo se codifica la información genética y cómo se traducen las proteínas. Uno de los descubrimientos más importantes fue determinar que la información genética para codificar un aminoácido específico en la biosíntesis de proteínas se hacía a través de tripletes de nucleótidos. Cada uno de esos tripletes es un codón, la unidad de información básica en el proceso de traducción del ARN mensajero, y también actúa como una especie de signo de puntuación, marcando los momentos de comienzo y de parada.

Conectoma (2005)

Este nombre, que en neurociencia designa al mapa completo de las conexiones del cerebro, fue acuñado simultáneamente en 2005 por los investigadores Olaf Sporns y Patric Hagmann. El concepto, que se inspiró en la idea previa de **genoma**, describe la aspiración de tener un día un mapa completo y detallado de las conexiones neuronales. Idealmente. este mapa nos permitiría entender cómo funciona el cerebro, como si fuera un plano de sus autopistas.

Crioconita (1870)

Esta palabra, compuesta a partir de los términos griegos *krýos* (helado) y *kónis* (polvo o cenizas), se utiliza para nombrar los residuos de carbón que se encuentran cada vez más a menudo en el hielo ártico o en los glaciares, provenientes de los grandes incendios forestales que se producen en el planeta. La palabra fue creada en 1870 por el explorador Adolf Erik Nordenskiöld, quien en las crónicas de sus viajes las describió con el término sueco *kryokonit*. Hoy se vigilan sus concentraciones, tanto desde el suelo como por vía satélite, por su contribución al calentamiento de la atmósfera y al deshielo de los polos.

Criónica (1965)

Derivada del término griego *krýos* (helado), la palabra «criónica» fue inventada en 1965 por un grupo de personas que fundaron la Cryonics Society de Nueva York (CSNY). Eran seguidores del movimiento creado solo tres años antes por Robert Ettinger, un profesor de Física de la Universidad de Michigan que, en su libro *The Prospect of Inmortality*, propuso por primera vez la congelación de personas con el objeto de revivirlas en el futuro, cuando la tecnología pudiera darles la inmortalidad. Actualmente, aunque la criobiología y otras ciencias serias han avanzado en el conocimiento de la preservación de los tejidos, la criónica sigue siendo pura fantasía, cuando no una mera engañifa.

Criptocromo (1979)

Los criptocromos (de la combinación de las palabras griegas para «oculto» y «color») son un tipo de proteínas sensibles a la luz azul presentes en animales y plantas. Estas proteínas están implicadas en multitud de procesos, como la regulación de los ritmos circadianos o la detección de los campos magnéticos por parte de algunas aves (a través de los ojos). El término fue creado en 1979 por el científico israelí Jonathan Gressel para destacar la naturaleza «críptica» que siguen conservando estos misteriosos receptores.

Cronostasis (2011)

Es el nombre que recibe un tipo de ilusión cognitiva relacionada con la percepción del tiempo. Fue descrita por primera vez en un artículo de 2011 sobre la «ilusión del reloj detenido» (a partir del griego *crónos*, «tiempo», y *stásis*, «paralización»). El artículo explicaba por qué cuando una persona fija la atención por un instante en la manecilla del segundero tiene la impresión de que este se ha parado. Esta sensación de que el tiempo pasa más lento o más deprisa se puede producir también por la concurrencia de estímulos auditivos o táctiles.

DDT (1939)

El dicloro difenil tricloroetano (DDT) es algo más que un insecticida. Fue creado por el químico suizo Paul Hermann Müller para el control de enfermedades transmitidas por insectos (como la malaria, la fiebre amarilla y otras infecciones). Sin embargo, pese a que el químico obtuvo en 1948 un premio Nobel por su trabajo, el DDT acabó convirtiéndose en un símbolo del deterioro ambiental que produce el ser humano. Esto ocurrió tras la publicación en 1962 del libro *Primavera Silenciosa*, de Rachel Carson, en el que la bióloga denunciaba los efectos sobre la naturaleza del uso de estos compuestos. Debido al éxito de su denuncia (que ha sido considerada como el origen del movimiento ecologista), el DDT fue prohibido en Estados Unidos y paulatinamente en otras partes del mundo.

Dendrocronología (1928)

La palabra tiene la misma raíz que «dendritas» (las prolongaciones de las neuronas) y se forma a partir de *déndron*, «árbol», y *crónos*, «tiempo», pues se trata de la ciencia que estudia las señales dejadas por el tiempo en los anillos de los árboles y de otras plantas. El término fue creado por el astrónomo estadounidense Andrew Ellicott Douglass en 1928, para nombrar la técnica que había ideado cuando buscaba una manera de saber si la actividad solar cíclica asociada a las manchas solares influía en el clima de la Tierra. Fue así como obtuvo la primera cronología de 500 años a partir de los anillos de los pinos. En 1937, Douglass fundó en la Universidad de Arizona el Laboratorio de Investigaciones sobre los Anillos de los Árboles. En la actualidad, la dendrocronología es una ciencia fundamental para estudiar las variaciones climáticas de nuestro planeta en el pasado y ha dado lugar a otras disciplinas, como la **dendroarqueología**, que estudia estos anillos en objetos fabricados por humanos con madera, como barcos, travesaños de catedrales o violines.

Dermatoglifo (1926)

La palabra «dermatoglifo» (del griego *derma*, «piel», y *glypho*, «grabado») fue creada en 1926 por el dermatólogo estadounidense Harold Cummins para denominar a las crestas que se forman en la piel de los dedos, en las palmas de las manos y en las plantas de los pies. Aun así, el primero en darse cuenta del posible valor de estas huellas para identificar a las personas fue el anatomista checo Johannes Evangelista Purkinje (creador de la palabra «protoplasma» y descubridor de las células que llevan su nombre). Cummings es considerado como el fundador de la **dermatoglifia**, que es el nombre que recibe la ciencia que estudia estas marcas, sobre todo en el ámbito anglosajón. En español se usa la palabra **lofoscopia** (del griego *lofos*,

«cresta», «relieve» o «promontorio»), creada en 1952 por Florentino Santamaría Beltrán, por entonces jefe de identificación de la Guardia Civil española. Dermatoglifo, con esa terminación que recuerda a los petroglifos, me parece una palabra mucho más sugerente, pues sugieren que los pequeños promontorios de nuestras huellas dactilares han sido levantados por una civilización microscópica. A la rarísima condición genética por la que algunas personas nacen sin huellas dactilares se la llama **adermatoglifia**.

Diapausa (1893)

En 1893, el entomólogo estadounidense William Morton Wheeler observó que los huevos de los saltamontes de la especie *Conocephalus ensiferum* detenían su desarrollo durante periodos adversos, y bautizó el fenómeno como «diapausa». Hoy se conoce con este nombre a una característica propia de muchos insectos, que son capaces de detener su actividad —ya sea durante la etapa embrionaria, cuando son larvas o incluso cuando son adultos— para sobrevivir al invierno o a un periodo de condiciones extremas. El hecho de quedarse quietos y reducir su metabolismo (un fenómeno parecido al **torpor**) aumenta sus posibilidades de supervivencia. Algunas diapausas pueden durar muchos años. También se conoce como «diapausa embrionaria» a la capacidad de algunos mamíferos de mantener un cigoto en latencia después de la fecundación y retrasar la implantación en el útero durante un tiempo indeterminado.

Doppler, efecto (1842)

El «efecto doppler» fue descubierto por el físico y matemático austríaco Christian Andreas Doppler, quien planteó por primera vez en 1842 que la frecuencia observada de una onda dependía de la velocidad relativa de la fuente y del observador. De ahí que el tono de un sonido emitido por una fuente que se aproxima sea más agudo que si la fuente se aleja. Este efecto tiene infinidad de aplicaciones prácticas, tanto en astronomía como en la fabricación de radares y en la obtención de imágenes médicas. Como curiosidad, en octubre de 1957, justo después de que los soviéticos pusieran al satélite Sputnik en órbita, dos estudiantes del Departamento de Física Aplicada de Maryland (Estados Unidos) se dieron cuenta de que, si seguían la señal que emitía el satélite por radio, podrían conocer su posición gracias al efecto doppler. Fue el primer paso para el desarrollo de los sistemas de geolocalización por GPS.

e

Ecolocalización (1938)

El término fue acuñado en inglés (*echolocation*) en 1938, cuando los

zoólogos estadounidenses Robert Galambos y Donald Griffin demostraron por primera vez que los murciélagos utilizaban ultrasonidos para orientarse en el espacio, como si poseyeran una especie de sónar. En el siglo XVIII, el naturalista Lazzaro Spallanzani (el de las ranas con pantalones) ya había mostrado que los murciélagos se orientaban en la oscuridad mediante algún sentido que no era la vista, aunque no fue capaz de averiguar cómo lo hacían (para sus experimentos, colgó hilos con campanillas en un granero y comprobó que los murciélagos volaban sin chocar con ellas en la oscuridad). Hoy sabemos que es un sistema que utilizan muchos animales, pero en su día sus descubridores se enfrentaron a un gran escepticismo.

Electrochoque (1926)

El término *electroshock* fue introducido en 1926 por la psiquiatra francesa de origen rumano Constance Pascal, quien inauguró un terrible periodo en psiquiatría al pensar que las corrientes eléctricas podrían restaurar el funcionamiento «normal» del cerebro. Hoy la **terapia electroconvulsiva** se utiliza en casos de depresión grave y en otras enfermedades mentales cuando no hay respuesta a los psicofármacos, pero la técnica sigue estando estigmatizada por las prácticas del pasado.

Endosimbiosis (1905)

En 1905, el biólogo ruso Konstantin Mereschkowski acuñó el término **simbiogénesis** para describir la relación simbiótica entre hongos y algas. En 1923, el biólogo estadounidense Ivan Wallin fue el primero en proponer que las mitocondrias de las células eucariotas habían sido originariamente bacterias independientes (lo llamó **simbioticismo**), pero fue en la década de 1960 cuando la bióloga estadounidense Lynn Margulis popularizó la idea de «endosimbiosis» (de *endo*, «dentro», + simbiosis). Margulis logró publicar su hipótesis en 1967, después de que su artículo fuera rechazado por quince revistas científicas y sus ideas fueron muy criticadas durante años. Hoy en día está ampliamente aceptado que los orgánulos intracelulares como mitocondrias y cloroplastos tienen su origen en una asociación de este tipo (véase «Simbiosis»).

Entropía (1865)

Es uno de los términos más importantes y difíciles de entender en termodinámica. Es a la vez una magnitud para medir la parte de la energía no utilizable para realizar trabajo y la ««medida del desorden de un sistema» (RAE). La palabra fue inventada en 1865 por el físico alemán Rudolf Clausius a partir del término griego *entropé*, que hace referencia a la acción de darle la vuelta a algo. Como en otros casos, se conserva la justificación del autor:

> Prefiero ir a las lenguas antiguas para los nombres de cantidades científicas importantes, para que puedan significar lo mismo en todas las lenguas vivas. Propongo, por tanto, llamar S a la entropía de un cuerpo, por la palabra griega «transformación». He acuñado a propósito la palabra entropía para que sea similar a la de energía, porque estas dos cantidades son tan análogas en su significado físico que una analogía de las denominaciones me parece útil.

Esquizofrenia (1908)

Esta palabra fue creada por el psiquiatra suizo Eugen Bleuler en 1908 a partir de los términos griegos *schizein*, «dividir», «romper», y *phrēn*, «entendimiento», «mente». Su intención era reemplazar el concepto de *dementia praecox*, que se utilizaba para aludir a este trastorno caracterizado por exacerbaciones y remisiones. Sin embargo, al remitir etimológicamente a una «mente dividida», el término «esquizofrenia» también generó problemas, pues se confunde a veces con el «trastorno de identidad disociativo». En la actualidad, el término designa a un grupo de enfermedades mentales que «se caracterizan por una disociación específica de las funciones psíquicas, que conduce, en los casos graves, a una demencia incurable», según la RAE.

Eucariota / Procariota (1925)

El primero en acuñar los términos «eucariota» y «procariota», fue el biólogo francés Édouard Chatton. Lo hizo en 1925 para diferenciar a los organismos unicelulares que tenían núcleo de los que no lo tenían. Por eso la primera palabra está formada por las partículas griegas *eu*, «verdadero», y *karyon*, «núcleo», y la segunda lleva el prefijo *pro-*, que significa «antes de». Es decir, las eucariotas son las células que tienen un núcleo verdadero, y las procariotas, las que evolucionaron antes de ellas. Aunque Chatton no creó aquellas palabras para definir una categoría taxonómica amplia, a partir de la década de 1960 se recuperaron los términos para clasificar la vida, primero en dos «superreinos» y, posteriormente, en tres «dominios» (en los que, además de las eucariotas y las bacterias, estarían las **arqueas**, literalmente «las antiguas», aunque es erróneo asumir que las arqueas son más antiguas que las bacterias, ya que ambos dominios aparecieron a la vez a partir de LUCA, el ancestro común universal de todos los seres vivos). En la taxonomía que se basa en el fenotipo en lugar de en el genotipo se sigue hablando de cinco reinos, y no añadiré más, porque por este tipo de cosas he visto a biólogos llegar a las manos.

Exobiología (1960)

El término fue acuñado en 1960 por el biólogo molecular Joshua Lederberg, que defendió de forma efusiva ante las autoridades de la NASA la necesidad de estudiar científicamente la posible vida en otros planetas. A pesar de las críticas iniciales, sus ideas fueron aceptadas y

con el tiempo la exobiología se convirtió en una ciencia asentada. Aunque ahora se habla preferentemente de **astrobiología**, que el diccionario de la RAE la define como la «rama interdisciplinar de la ciencia cuyo objetivo es el origen, evolución y distribución de la vida en el universo fuera de la Tierra». Otra variante es la **xenobiología**, acuñada por el escritor de ciencia ficción Robert Heinlein en 1954 (véase «Panspermia»).

Extremófilo (1974)

Esta palabra, con la que denominamos a las criaturas capaces de vivir en condiciones extremas (desde nuestro punto de vista, claro), fue acuñada por el investigador Robert David MacElroy en 1974. En las últimas décadas, se han identificado organismos que viven en ambientes de alta acidez, como la cuenca del río Tinto (acidófilos), capaces de resistir altísimas dosis de radiación (radiófilos) o adaptados a vivir a altísimas temperaturas (termófilos). Entre estos últimos, el que se lleva la palma es el *Pyrococcus furiosus*, cuyo nombre sugiere que encima está cabreado (¡!).

f

Fago (1918)

Del griego *faguētón*, «alimento», «ingestión». Es el nombre corto por el que se conoce a los **bacteriófagos**, los virus que infectan (o, aparentemente, se «comen») a las bacterias. Se utilizan en el tratamiento de las infecciones bacterianas que no responden a los antibióticos convencionales (lo que se conoce como **Fagoterapia**). Fueron descubiertos y nombrados por el microbiólogo franco-canadiense Félix d'Hérelle en 1918.

Feromona (1959)

Las feromonas son un tipo de moléculas específicas segregadas por los seres vivos para provocar comportamientos en otros individuos o para comunicar señales. Fueron descubiertas y bautizadas en 1959 por Peter Karlson y Martin Lüscher, quienes compusieron la palabra añadiendo el prefijo griego *phérō-* (transferir) a la palabra «hormona». «Durante las últimas décadas se han realizado investigaciones sobre diversas sustancias activas que, aunque en algunos aspectos se asemejan a las hormonas, no pueden incluirse entre ellas», decía Karlson en el artículo que envió a la revista *Nature* para describir el nuevo concepto. «Por ejemplo, los atrayentes sexuales de las mariposas, como las hormonas, son producidos y secretados por glándulas especiales; cantidades diminutas provocan una reacción específica en el órgano receptor (la antena del macho), que eventualmente conduce a un estado de preparación copulativa. Sin

embargo, a diferencia de lo que ocurre con las hormonas, la sustancia no se secreta en la sangre, sino fuera del cuerpo; no sirve de correlación humoral dentro del organismo, sino de comunicación entre individuos.» Aquel mismo año, el bioquímico alemán Adolph Butenandt describió por primera vez químicamente una feromona, la que produce la hembra de la mariposa del gusano de seda (*Bombyx mori*) para atraer al macho: la llamó **bombicol**.

Fólico (1941)

Cualquiera que tenga hijos conoce la importancia de tomar ácido fólico durante el embarazo, pero lo que quizá no todos saben es que la descubridora fue una científica llamada Lucy Wills. Hacia 1928, esta hematóloga británica se dio cuenta de que la conocida por entonces como «anemia perniciosa del embarazo» remitía si daba a las mujeres una pasta comestible muy popular en el mundo anglosajón llamada «Marmite», que contiene levadura de cerveza. La sustancia se llamó «factor Wills» hasta que, en 1941, un grupo de investigadores la aisló en las espinacas y la nombró «ácido fólico» (del latín *folium*, «hoja vegetal») porque se encuentra en abundancia en los vegetales con hojas de color verde oscuro.

Fómite (1773)

En la definición de la Real Academia de Medicina, un fómite es un «objeto inanimado que, al estar contaminado por agentes infecciosos, puede transmitir infecciones». Es otro de esos términos médicos que se puso muy de moda durante la pandemia de COVID-19, pues en los primeros momentos se creyó erróneamente que una importante vía de transmisión era el contacto con superficies. La palabra nos llegó del inglés a partir de 1773 y proviene del latín *fōmĭtēs*, que significa «yesca», tal vez porque los patógenos se extienden con la misma velocidad que un fuego descontrolado.

Fotosíntesis (1893)

Hoy en día, sabemos que este proceso químico que consiste en la transformación de materia inorgánica en materia orgánica gracias a la luz solar es fundamental para la vida, pero los entresijos de su funcionamiento no fueron comprendidos hasta finales del siglo XIX. Y la historia de cómo recibió su nombre tiene cierta miga. En agosto de 1893, el botánico estadounidense Charles Reid Barnes escribió un artículo en la revista *Botanical Gazette*, de la que era editor, en el que proponía cambiar la expresión «asimilación de carbono» (que era como se conocía por entonces el proceso) por algo más apropiado: Para el proceso de formación de compuestos de carbono complejos a partir de simples bajo la influencia de la luz, propongo que se utilice el término *fotosintaxis*. Fotosintaxis es la síntesis de compuestos de

carbono complejos del ácido carbónico, en presencia de clorofila, bajo la acción de la luz. (...) He considerado cuidadosamente la etimología y la adaptación, así como la expresividad, de la palabra propuesta, y la considero preferible a la de *fotosíntesis*, que sería un sustituto natural.

Para su sorpresa y disgusto, en los siguientes meses sus colegas empezaron a usar preferentemente el término «fotosíntesis», aunque Barnes insistió en que etimológicamente era menos exacta. Él mismo se ocupó de subrayar que era el creador de las dos palabras, pero hubo un momento en que se convirtió en el único que hablaba de «fotosintaxis» en sus charlas y artículos.

g

Gaia, hipótesis de **(1959)**

La hipótesis de Gaia, ideada por el químico inglés James Lovelock en 1959, asegura que la Tierra (*Gaia* en griego) se comporta como un sistema autorregulado en el que la propia vida modula las condiciones para mantenerse. En palabras de Lovelock, Gaia es «una entidad compleja que implica a la biosfera, a la atmósfera, a los océanos y a la tierra; constituyendo en su totalidad un sistema (...) retroalimentado que busca un entorno físico y químico óptimo para la vida en el planeta». Estas ideas han sido muy discutidas. Recientemente, el paleontólogo Peter Ward postuló lo que ha denominado **hipótesis de Medea**, según la cual la Tierra se dedica a matar a sus propios hijos, como la protagonista del mito griego. Esta tendencia destructiva se reflejaría con gran claridad en la sucesión de extinciones masivas.

Galvanizar (~1780)

Aunque muchos científicos han conseguido que se acuñen palabras con su nombre (epónimos), pocos consiguen que su apellido se asocie a tantas cosas como el italiano Luigi Galvani. Hacia 1780, se dio cuenta de que, cuando aplicaba una pequeña corriente eléctrica a una rana muerta, se producían contracciones musculares, un experimento que luego repitió con cadáveres humanos que saltaban entre convulsiones. Esto le llevó a desarrollar la teoría de que el cuerpo producía electricidad en su interior, que era conducida por los nervios. De su discusión con Alessandro Volta sobre estas cuestiones saldrían después las primeras pilas eléctricas, y de sus truculentos experimentos nacerían algunas de las ideas que inspiraron a Mary Shelley para su novela *Frankenstein*. De allí quedó en nuestro vocabulario la cuarta acepción de la palabra «galvanizar», según la RAE: «estimular músculos o nervios mediante la aplicación de corrientes eléctricas». La primera acepción («aplicar una capa de metal

sobre otro mediante una corriente eléctrica») y la segunda («dar un baño de zinc fundido a una superficie metálica para que no se oxide») provienen del procedimiento que inventó tras aplicar electricidad a los metales. Y la tercera («reactivar súbitamente cualquier actividad o sentimiento humanos») es la que quedó en el diccionario con el uso metafórico de galvanizar como sinónimo de «infundir ánimo en las personas».

Gravitón (1934)

El gravitón es una partícula hipotética en los modelos teóricos de gravedad cuántica. La palabra fue acuñada en 1934 por científicos soviéticos para hablar de la posible existencia de una partícula que opera de manera similar al fotón, pero que transmite la atracción gravitatoria. No se ha demostrado ni parece fácil de demostrar (véase «Taquión»).

Gúgol (1920)

Es uno de los neologismos más simpáticos y recientes, pues fue creado por un niño de 9 años en 1920, el sobrino del matemático Edward Kasner, para denominar una cantidad representada por un 1 seguido de cien ceros (10^{100}). Más tarde Kasner creó el **gúgolplex**, que inicialmente definió como «un 1 seguido de ceros hasta que te canses de escribir» y finalmente quedó como «un 1 seguido de gúgol ceros». Estas cantidades absolutamente disparatadas inspiraron a Larry Page y Sergey Brin para poner el nombre al buscador Google cuando lo crearon en 1996 (se suponía que era la cantidad de resultados que ofrecería). Cuando en 2016 le conté a mi hija Laura la historia del niño de nueve años que había inventado el término, ella —que tenía la misma edad por entonces— decidió ponerle nombre a la cantidad de un 1 seguido de 1.000 ceros (10^{1000}). Lo bautizó como **plexollar** y lo publicamos en nuestro libro *Papá, ¿dónde se enchufa el sol?* (2018). Aunque aún no ha adquirido la misma popularidad, no hemos perdido la esperanza.

h

HELA (~1951)

Las células HELA son un linaje de células que pueden cultivarse en el laboratorio de manera continua y que se han convertido en esenciales para muchos campos de investigación en biomedicina. Se llaman así porque fueron extraídas en 1951 de una muestra de cáncer cérvico-uterino de una paciente llamada Henrietta Lacks (de ahí el nombre, He + La). Pueden dividirse un número ilimitado de veces en un cultivo de laboratorio si se mantienen las condiciones adecuadas, por eso se las conoce también como «células inmortales».

Hipercubo (~1909)

La palabra nació en inglés hacia 1909 para designar a un cubo de *n* dimensiones. El caso particular del cubo de cuatro dimensiones se llama **teseracto**, término usado por primera vez en 1888 por el matemático inglés Charles Howard Hinton (a partir del griego *téssereis aktines*, «cuatro rayos»).

Holobionte (1990)

Es el nombre que reciben los organismos que son fruto de la asociación de varias especies, como ocurre en la simbiosis. La palabra (del griego *hólos*, «todos», y *bionte*, «ser vivo») fue recuperada por la bióloga Lynn Margulis en 1990 para referirse a un aspecto de la reproducción sexual, pero más tarde se empezó a utilizar de forma genérica para organismos como los líquenes. Algunos biólogos, como apunta el micólogo y divulgador Meldrin Sheldrake, creen que podría aplicarse a todas las formas de vida, incluidos los seres humanos, ya que convivimos con billones de bacterias que llevan a cabo diferentes funciones en nuestro cuerpo. Desde este atrevido punto de vista, aseguran, «todos somos líquenes» (véase «Simbiosis»).

Horizonte de sucesos (1956)

En 1956, el físico austríaco Wolfgang Rindler publicó un trabajo cuyo sumario parecía sacado de una revista de poesía. «Este artículo busca efectuar una unificación y generalización de varios resultados particulares sobre horizontes visuales dispersos en la literatura —decía—. Un horizonte está aquí definido como una frontera entre las cosas observables y las cosas no observables.» Aquella era la primera vez que se acuñaba el término «horizonte de sucesos» para referirse a la frontera que, según la relatividad general, delimita la superficie imaginaria de forma esférica que rodea un agujero negro y de la cual no puede escapar nada, ni siquiera la luz. El nombre de «horizonte» (del griego *hóros*, «límite») no podía estar mejor elegido, pues siempre fue una línea que separaba la luz de la oscuridad, lo conocido de lo desconocido.

i

Icnita (1851)

Icnita (del griego *íchnos*, «huella») es el nombre que recibe cualquier huella fosilizada. El término **icnología** (*ichnology*) para la ciencia que estudia estas marcas fue propuesto por William Buckland (el descubridor del primer megalosauro) en 1836, y hasta 1851 se habló de «icnolitos» (*ichnolites*) en lugar de «icnitas». Aunque los primeros restos de este tipo se asociaron solo a marcas dejadas por plantas y

dinosaurios del pasado remoto, más adelante se encontraron huellas fosilizadas de nuestros antepasados, como el famoso rastro de Laetoli, en Tanzania, producidas por dos o más australopitecos que paseaban por allí hace unos 3,66 millones de años.

Invar (1896)

Es el nombre de una aleación de hierro (64%), níquel (36%), manganeso, carbono y cromo inventada en 1896 por el físico suizo Charles Édouard Guillaume, que le puso el nombre de «Invar» por su «invariabilidad». Más adelante, inventó otra aleación a la que llamó **Elinvar**, por contracción de «*Elasticité Invariable*» («elasticidad invariable», en francés). Estos materiales son antimagnéticos y tienen un coeficiente de expansión térmica cercano a cero, lo que los convierte en ideales para la construcción de instrumentos de precisión. De hecho, a su creador le dieron el premio Nobel de Física en 1920 por estas invenciones (véase «K de Kelvin»).

Invasoras, especies **(1958)**

El concepto de «especies invasoras», aplicado en ecología para denominar a los organismos que se encuentran fuera de sus hábitats y producen estragos ecológicos, fue introducido por el zoólogo inglés Charles Elton después de la segunda guerra mundial, que aplicó el concepto «invasión» por influencia del vocabulario bélico de la época (recordemos que pasó algo parecido con los «frentes» meteorológicos). En 1958, su libro *La ecología de las invasiones de animales y plantas* fue el inicio del estudio de este fenómeno por el que la actividad humana ha reconfigurado la vida en nuestro planeta. Elton popularizó otros conceptos como «nicho ecológico» o «cadena trófica».

Iridio (1804)

Tras el descubrimiento del platino por el español Antonio de Ulloa en 1748, algunos químicos se dieron cuenta de que, al disolverlo en agua regia, quedaba un residuo de color oscuro. En 1803, el químico inglés Smithson Tennant descubrió que aquel residuo contenía dos elementos nuevos y, en 1804, presentó sus hallazgos ante la Royal Society. Llamó al primero de ellos «iridio»:

> Como es necesario dar algún nombre a cuerpos que no han sido conocidos antes, y lo más conveniente es indicar con ellos alguna propiedad característica, me inclinaría por llamar a este metal *iridio*, por la llamativa variedad de colores que da al disolverse en ácido marino.

Y al segundo, debido a su particular olor, lo llamó **osmio** (del griego *osme*, «olor»):

> Este olor, como descubrí después, surge de la extracción de un óxido metálico muy volátil, y como este olor es uno de sus caracteres más distintivos, por eso

me inclinaría por llamar a este metal *osmio*.

Estos dos elementos son dos de los metales más raros y escasos de la Tierra. En el caso del iridio, sin embargo, su abundancia es mucho mayor en los meteoritos, y fue la presencia de este elemento en cantidades anómalas la que llevó a Walter y Luis Álvarez a postular a partir de 1980 que se había producido el impacto de un meteorito hace 66 millones de años. Los restos aparecían en las capas geológicas que marcaban el límite del Cretácico-Terciario (K-T) en diferentes lugares del planeta. Más adelante, y gracias a las prospecciones en el golfo de México, se localizó el gran cráter Chicxulub, producido por aquel evento catastrófico que llevó a la desaparición de los dinosaurios (véase «F de Fósforo»).

Isostasia (1889)

Algunas personas se sorprenden mucho cuando se enteran de que, a pesar del deshielo, el nivel del mar está bajando en algunas zonas cercanas a los polos. Lo que sucede es que, al desaparecer las grandes masas de hielo y con ellas el peso que ejercían sobre el continente, este se eleva por un fenómeno conocido como «isostasia» (de *ísos*, «igual», y *stásis*, «paralización»). La palabra fue acuñada en 1889 por el geólogo estadounidense Clarence Edward Dutton, y describe el equilibrio que se produce entre los bloques de la corteza y el manto terrestres por las diferencias de densidad. Aunque estemos acostumbrados a hablar de este fenómeno solo con fluidos, resulta que las masas continentales también se rigen por el principio de Arquímedes (véase «J de Jurásico»).

j

Jet (s/f)

La palabra *jet* («chorro», en inglés) se ha infiltrado en el idioma español por diferentes vías. Una de ellas, quizá la más relevante, como sinónimo de «motor a reacción» y, por extensión, de los aviones propulsados por este sistema (de ahí derivan expresiones como *jet set*, que describe a la alta sociedad que se mueve en avión privado, o *jet lag*, para el desfase horario que producen los viajes intercontinentales). El invento del primer motor a reacción (el primer *turbojet*) suele atribuirse al ingeniero británico Frank Whittle, aunque fue desarrollado en paralelo por el alemán Hans von Ohain. Los avances en este tipo de sistemas se sucedieron a las puertas de la segunda guerra mundial y, de no haber ganado los aliados, en vez de hablar de jets quizá estaríamos hablando hoy en día de *strahltriebwerkes* (la palabra en alemán para motor a reacción). En cualquier caso, este tipo de motor es un invento con muchos posibles

padres, dos de ellos españoles: el catalán Ramón Casanova, que patentó en 1917 el «pulsorreactor» o «motor de explosión para toda clase de vehículos», que funcionaba con acetileno, y el piloto militar Virgilio Leret Ruiz, que patentó en 1935 el «Mototurbocompresor de Reacción Continua». Un año después, fue uno de los primeros oficiales ejecutados por los sublevados en 1936 contra la II República.

k

Koala (~1802)

La palabra se importó al inglés hacia 1802 como una derivación de los términos *gula* o *gulamany* en la lengua dharug, que significaba «que no bebe». Seguramente, a los aborígenes les llamó la atención el hecho de que estos animales no bebiesen agua (la consiguen de la humedad de las hojas de eucalipto que comen), aunque se les ha visto beber en las fuertes olas de calor que se viven en Australia. Este hecho recuerda al mito, mantenido desde la Antigüedad, de que los camaleones se alimentan del aire, lo que probablemente se debe a que hay que pasar muchas horas observándolos para verlos comer. Así lo describió Plinio el Viejo: «Anda siempre levantado, la boca abierta, y solo entre todos los animales no come manjar alguno; antes sin comer y sin beber se sustenta solamente del aire».

Kuru (s/f)

El kuru es una enfermedad neurodegenerativa letal, un tipo de encefalopatía espongiforme que se transmite por priones (proteínas plegadas incorrectamente que pueden transmitir a otras esa anomalía estructural). Fue descubierta en Papúa Nueva Guinea, donde los nativos la conocían con este nombre —que significa «temblor con fiebre y frío»— aludiendo a un extraño mal que se creía hereditario. En la década de 1950, el médico estadounidense Daniel Carleton Gajdusek descubrió que el origen de la enfermedad estaba en un rito funerario caníbal en el que los miembros de la tribu de los Fore se comían a sus muertos. Durante la ceremonia, los familiares consumían el tejido del cerebro donde se alojaba el «virus lento» que, según Gajdusek, causaba la enfermedad. Para demostrar su hipótesis, inoculó en monos extractos de cerebro de pacientes con kuru y comprobó que desarrollaban el mal veinte meses más tarde. En 1976, Gajdusek recibió el premio Nobel de Medicina, aunque manchó su reputación años más tarde, cuando fue condenado por pedofilia (véase «Prion»).

l

Lobotomía (1936)

Convencido de que las enfermedades mentales se producían por un

mal funcionamiento del lóbulo frontal del cerebro, hacia 1935 el médico portugués Egas Moniz ideó una intervención que llamó **leucotomía** (de *leuko*, «blanco», y *-tomía*, «corte»), que consistía en extirpar esta parte del encéfalo (una barbaridad por la cual le dieron un premio Nobel). Un poco más tarde, el médico Walter Freeman readaptó la técnica en Estados Unidos y la llamó «lobotomía» (de «lóbulo»). Con el tiempo, introdujo una mejora que consistía en entrar sin tener que abrir el cráneo, a través del orbital del ojo, lesionando la zona con un «picahielo» («lobotomía transorbital»). Se calcula que, en dos décadas, en Estados Unidos se lobotomizó a unas 40.000 personas, incluidos algunos casos famosos, como el de la hermana del presidente John F. Kennedy.

Luciferasa (1887)

La luciferasa es un tipo de enzima que muchos animales utilizan para producir bioluminiscencia. Fue descubierta (junto a las moléculas que cataliza, las **luciferinas**) por el médico francés Raphaël Dubois hacia 1887, cuando investigaba la luz producida por las luciérnagas y por una almeja luminiscente llamada *Pholas dactylus*. Dubois obtuvo un extracto de las glándulas de estos bivalvos y, mezclándolo en tubos de ensayo en la oscuridad, descubrió que producían luz. Dejó documentado el momento en uno de sus escritos: Una de estas sustancias se obtuvo en estado cristalino: exhibe propiedades ópticas muy singulares que confieren a los tejidos fotogénicos que hemos examinado un peculiar brillo opalescente (…). Proponemos designarla con el nombre de *luciferina*, pero aún está pendiente de un análisis para determinar su composición elemental y función química. (...) La segunda sustancia es un compuesto activo similar a la albúmina (...). La llamaremos *luciferasa*.

Dubois les puso estos nombres por su significado de «portadores de luz», como en Lucifer. Paradójicamente, estas sustancias de nombre tan demoníaco son, hoy en día, una bendición para los investigadores. Junto a la proteína verde fluorescente (GFP) obtenida de las medusas, la luciferasa es una de las herramientas más útiles en biotecnología, pues se pueden usar como marcadores de todo tipo de procesos.

m

Magnetosfera (1959)

Es el escudo que rodea a cualquier planeta que tenga un campo magnético y que desvía el viento solar (interacción que da lugar a las auroras). La palabra fue acuñada por el astrofísico Thomas Gold en un artículo de 1959. Allí escribió lo siguiente: «Sabemos que esta región se extiende a una distancia del orden de 10 radios terrestres —y a

continuación añadió—: podría llamarse apropiadamente la *magnetosfera*».

Matilda, efecto (1993)

El «efecto Matilda» es un concepto acuñado en 1993 por la historiadora de la ciencia Margaret W. Rossiter para referirse a la tendencia machista que consiste en ignorar el mérito de las mujeres científicas en favor de sus compañeros masculinos. Recibió este nombre en honor a la investigadora y sufragista Matilda Joslyn Gage, que denunció esta discriminación en su ensayo *La mujer como inventora*, de 1883. En este diccionario se han mostrado algunos de los ejemplos más escandalosos, como los de Lise Meitner y Jocellyn Bell. El efecto Matilda está relacionado con el **efecto Mateo**, por el cual un científico eminente obtiene más crédito que un investigador desconocido, aunque los méritos de ambos sean equivalentes. Su nombre proviene de una frase del Evangelio de Mateo: «A cualquiera que tiene, se le dará, y tendrá más; pero al que no tiene, aun lo que tiene le será quitado».

n

Narcolepsia (1880)

Formada a partir de los términos griegos *narkē*, «adormecimiento», y *lepsis*, «ataque», la RAE la define como «estado patológico caracterizado por accesos irresistibles de sueño profundo». En 1880, el término fue acuñado en francés como *narcolepsie* por el médico Jean-BaptisteÉdouard Gélineau a partir del caso de un fabricante de toneles de vino de 36 años que se quedaba súbitamente dormido en cualquier circunstancia, por lo que la narcolepsia es conocida también como «síndrome de Gélineau». En 1902, el alemán Leopold Löwenfeld diferenció uno de los síntomas asociados al cuadro (el aflojamiento súbito de los músculos) y lo bautizó como **cataplexia** (de *kata*, «hacia abajo», y *plexis*, «golpear»).

Nebulosa planetaria (1782)

Procede del adjetivo latino *nĕbŭlōsus,* que significa «lleno de neblina» o «neblinoso». Como hemos visto, era el término que se usó desde la Antigüedad para denominar a los cuerpos que, a simple vista o con el telescopio, presentaban una apariencia borrosa en el cielo, y también para denominar a las opacidades que se formaban en el propio ojo, como sucede con las cataratas. El caso más interesante para la cuestión que nos ocupa en este diccionario es el de las nebulosas planetarias, porque es fruto de un malentendido. Para el lego en la materia, esta palabra hace pensar inmediatamente en un planeta, pero en realidad se trata de los restos de la muerte de una estrella gigante

roja. Esta confusa denominación se la debemos a William Herschel, que las llamó así hacia 1782 porque, vistas a través del telescopio, le recordaban a planetas «del tipo estrellado». En ese momento no podía saber que lo que estaba viendo era el manchurrón que dejan al morir las estrellas más pequeñas (de menos de 8 masas solares), en un proceso que las lleva a expulsar su propia corteza hacia el exterior. Los restos de esa destrucción dejan esa nube que vemos brillar en la oscuridad, porque el cadáver de la estrella, aún caliente, los ilumina. Una especie de fantasma estelar empujado por vientos invisibles, como si alguien hubiera soplado un diente de león en el vacío del cosmos.

Neodimio (1885)

Es un elemento químico descubierto por el austríaco Carl Auer von Welsbach en 1885. Hasta aquel momento se creía que el **didimio** (del griego *dídymos*, «gemelo») era un elemento, pero él se las apañó para separarlo en dos componentes mediante un proceso de cristalización. Los nombró **praseodimio** (didimio verde) y «neodimio» (didimio nuevo). El neodimio es una «tierra rara» con muchas aplicaciones, pero destaca sobre todo porque se usa para fabricar algunos de los imanes permanentes más potentes que existen, capaces de levantar mil veces su peso.

Neuston (1917)

Del griego *neustós*, «que nada», es el nombre que reciben el «conjunto de organismos de dimensiones reducidas que viven en contacto con la película superficial de las aguas», según la RAE. Fue acuñado por el limnólogo sueco Einar Naumann en 1917 para denominar a los organismos que nadan activamente sobre la superficie de un lago o del mar, a diferencia del plancton, que flota en capas inferiores y se deja llevar. Muchos de estos organismos aprovechan la tensión superficial para mantenerse; según la parte por la que lo hagan se los considera «epineuston» (por arriba) o «hiponeuston» (por debajo). Muchos de estos últimos viven cabeza abajo respecto a nosotros, como en una especie de «dimensión espejo» bajo la superficie.

Nitinol (1959)

Es una aleación de níquel y titanio descubierta en 1959 por dos científicos de la marina de Estados Unidos, William J. Buehler y Frederick Wang. Lo llamaron NiTiNOL (acrónimo de *Ni-Ti-Naval Ordnance Laboratory*) y es una aleación especialmente interesante por su «memoria de forma». En los espectáculos de divulgación se suele utilizar un objeto de este material con una forma muy concreta, por ejemplo un clip de papelería, que se deforma en frío y recupera su forma cuando se calienta con un mechero. Aparte de llamar mucho la

atención, esta propiedad tiene multitud de aplicaciones industriales.

ñ

Ñu (1778)

Una de las primeras descripciones de este herbívoro tan famoso por los documentales se la debemos al naturalista de origen alemán Georg Forster, que acompañó a James Cook en su segundo viaje. «Hay otra especie de buey salvaje, llamado por los nativos *gnoo*, que tiene cuernos delgados, melena y cepillos de pelo en la nariz y barbas, y que por la forma delgada de sus miembros se parece a un caballo o a un antílope», escribió Forster a su paso por el sur de África. Más tarde, el nombre científico del animal reflejaría justo ese rasgo tan distintivo de la melena despeluchada: *Connochaetes* proviene de los términos griegos *kónnos*, «barba», y *jaítē*, «cabello suelto». En español se conservó la forma nativa original de «ñu», y la palabra sirvió para dar nombre a un grupo de música «heavy» (no sabemos si también por las melenas).

o

Optogenética (2006)

Es una técnica de investigación desarrollada recientemente en el ámbito de la neurociencia, que consiste en el uso de proteínas sensibles a la luz para controlar selectivamente la actividad de neuronas específicas. En términos generales, se trata de introducir, mediante ingeniería genética, **opsinas** que reaccionan a la luz en las células que se desea estudiar y estimularlas más adelante con diodos led colocados en la zona. De este modo, se pueden observar los efectos de activar y desactivar esas neuronas. La técnica fue creada en 2005 y nombrada un año después por el investigador estadounidense Karl Deisseroth, y desde entonces es una de las herramientas de investigación de más éxito.

Organoide (~2010)

Según la definición del Instituto Nacional del Cáncer de Estados Unidos (NIC), un organoide es una «masa de tejido diminuta tridimensional creada en el laboratorio mediante el cultivo de células madre (células que dan origen a otros tipos de células)». La palabra se usaba desde 1950 con el sentido de «orgánulo» u «órgano pequeño», pero fue a partir de 2010 cuando se consolidó como el término técnico para designar a los tejidos específicos que se crean *in vitro* en el laboratorio para probar medicamentos o tratamientos. Desde entonces se han creado modelos para estudiar el cerebro, el corazón o el intestino, que se llaman metafóricamente «minicerebros»,

«minicorazones», *etc.* Aunque no son una reproducción a escala del órgano propiamente dicho, son muy útiles para avanzar en biomedicina (véase «Célula madre»).

Ósmosis (1748)

Del griego *ōsmós*, «impulso», y *-sis*, «acción». El fenómeno fue descubierto por Jean-Antoine Nollet en 1748 y bautizado posteriormente por el biólogo Henri Dutrochet en 1827 para denominar al proceso por el que las células están en equilibrio con el medio exterior (por eso habló de «endosmosis» y «exosmosis»). Se define como el «intercambio de sustancias líquidas a través de una membrana semipermeable». Ya en el siglo XX se diseñaron membranas que permitían el proceso de «ósmosis inversa», que es el que se utiliza en la actualidad para la desalinización del agua del mar.

p

Panspermia (1865)

Se suele atribuir la paternidad del término «panspermia» (del griego *pan*, «todo», y *sperma*, «semilla») al biólogo alemán Hermann Richter, que lo acuñó en 1865, aunque unos años antes, en 1834, el sueco Jöns Jacob Berzelius había sido el primero en tomarse en serio la posibilidad de que llegaran formas de vida de otros mundos a través de los meteoritos. Porque eso es lo que defiende la hipótesis de la panspermia: que si la vida está presente en diferentes lugares del universo, podría viajar de un lugar a otro, colonizando nuevos mundos. Aunque se planteó como una mera especulación durante décadas, hoy en día la idea de que hubiera vida en Marte antes que en la Tierra, por ejemplo, y de que viajara hasta aquí a bordo de un meteorito ya no se considera tan disparatada. Es una hipótesis un poco retorcida pero interesante, porque, si fuera verdad, confirmaría que todos somos marcianos.

Parabiosis (1893)

Aunque literalmente quiere decir «vivir al lado», el significado de esta palabra tiene varias acepciones. Se utiliza para referirse a la «suspensión temporal de actividades vitales», y el entomólogo francés Auguste Forel la empleó en 1893 como análoga de «simbiosis». En cualquier caso, el significado que nos interesa aquí es el que le dio el biólogo francés Paul Bert hacia 1865, cuando hizo los primeros experimentos en los que conectaba dos animales de la misma especie e intercambiaba la sangre entre ellos. Este concepto de parabiosis siguió más o menos vivo a lo largo del tiempo y fue recuperado en 2014, cuando algunos investigadores descubrieron que, al poner sangre de ratones jóvenes en ratones viejos, se producían mejoras en los

músculos, el corazón y el cerebro de los ejemplares de mayor edad. Esto llevó a un *boom* de empresas que siguen investigando la posibilidad de rejuvenecer gracias a este sistema y que reciben grandes aportaciones de millonarios deseosos de alargar sus vidas. Algunas de estas compañías han ofrecido directamente transfusiones de sangre joven, una forma de estafa como cualquier otra.

Petricor (1964)

Es un bellísimo neologismo creado en 1964 por dos geólogos australianos a partir del griego *pétros*, «piedra», e *ichór*, «sangre de los dioses homéricos». Isabel Joy Bear y R. G. Thomas lo describieron como «el olor agradable y refrescante que frecuentemente acompaña a las primeras lluvias después de un período cálido y seco». Según ellos, este olor lo produce el aceite que dejan las plantas sobre el terreno cuando no llueve. En contacto con el agua, estas moléculas ascienden junto a otras, como la geosmina, y llegan hasta los receptores de nuestro olfato, generando el característico olor a lluvia.

Piezoelectricidad (1881)

El «efecto piezoeléctrico» fue descrito por primera vez en 1881 por los hermanos Pierre y Jacques Curie cuando estudiaban la compresión del cuarzo, aunque el nombre fue acuñado dos años después por Wilhelm G. Hankel. El físico alemán construyó la palabra a partir del griego *priezein* (comprimir) y *elektron* (electricidad), pues se trata del fenómeno por el cual, al comprimir un cristal, se genera un potencial eléctrico, y viceversa. En algunos cristales, como el cuarzo, la frecuencia de esa vibración es tan constante que se emplean en la fabricación de instrumentos de alta precisión, como los relojes.

Placebo / Nocebo (1961)

Del latín *placēbō*, literalmente «complaceré», el término empezó a utilizarse a finales del siglo XVIII con el sentido médico actual. Definida por la RAE como la «sustancia que, careciendo por sí misma de acción terapéutica, produce algún efecto favorable en el enfermo si este la recibe convencido de que esa sustancia posee realmente tal acción». Hoy es un componente fundamental de los ensayos clínicos controlados, pues se utiliza para comprobar la efectividad de una sustancia por encima de la autosugestión. Los médicos conocen muy bien esta capacidad que el mero hecho de tomar algo tiene en los pacientes si ellos creen que es curativo. El reverso del «efecto placebo» es el «efecto nocebo» (del latín *nocēbō*, literalmente «dañaré»), acuñado en 1961 por Walter Kennedy para describir las consecuencias que puede tener una sustancia inocua si la persona está convencida de que le hará daño. La Real Academia Nacional de Medicina de España lo define como el «efecto dañino, adverso o indeseable de un placebo

o de un procedimiento inerte sobre el estado clínico, la enfermedad o el trastorno de un sujeto».

Plasma (1928)

Es el cuarto estado de la materia, además de los clásicos líquido, sólido y gaseoso. Se había obtenido antes en algunos experimentos, pero el primero en usar el término «plasma» como descripción del gas ionizado fue el químico estadounidense Irving Langmuir en 1928. «Utilizaremos el nombre de plasma para describir esta región que contiene cargas equilibradas de iones y electrones», escribió. Según uno de sus colaboradores, Langmuir se inspiró en el plasma sanguíneo, pues la forma en que se comportaban los electrones en el gas ionizado le recordaba a la forma en que se mueven los glóbulos blancos y los glóbulos rojos en la sangre.

Prion (1982)

La palabra fue creada por el bioquímico estadounidense Stanley B. Prusiner en 1982, a partir de una combinación de los términos «proteína» e «infección», para describir al agente infeccioso de la tembladera o «enfermedad de las vacas locas». Prusiner comprobó que lo que Gajdusek había atribuido a un «virus lento» (cuando estudiaba las causas del kuru en los años 50) eran en realidad partículas puramente proteicas sin ácido nucleico. En el artículo fundacional de 1986, lo describió así:

> Debido a que las características dominantes del agente de la tembladera se asemejan a las de una proteína, se introduce un acrónimo para enfatizar esta característica. En lugar de términos como «virus no convencional» o «agente similar a un virus lento inusual», se sugiere el término «prion» (...). Los priones son pequeñas partículas proteicas infecciosas que son resistentes a la inactivación por la mayoría de los procedimientos que modifican los ácidos nucleicos.

Gracias a este descubrimiento, que identificaba la causa de la «encefalopatía espongiforme bovina» y la «enfermedad de CreutzfeldtJakob», Prusiner recibió el premio Nobel de Medicina en 1997 (véase «Kuru»).

q

Quiralidad (1893)

Es un tipo de simetría descubierto a principios del siglo XIX en el ámbito de la química, aunque se aplica en otros muchos campos. Su descubridor fue un joven Louis Pasteur, que en 1848 entró por la puerta grande de la ciencia al probar con sus experimentos con ácido tartárico que este compuesto producía dos tipos de cristales que mantenían entre sí una relación de imagen especular. Él los llamó

«asimétricos», pero con el tiempo se impondría una nueva terminología acuñada por lord Kelvin, quien recurrió al griego *kheir* («mano») para hablar de sustancias «quirales». Aunque hay pruebas de que ya usó la palabra al menos veinte años antes, en general se recoge 1893 como la fecha de nacimiento del término, cuando hizo esta definición en una conferencia en la Universidad de Oxford: Llamo «*quiral*» a cualquier figura geométrica, o grupo de puntos, y digo que tiene «quiralidad» si su imagen en un espejo plano, idealmente realizada, no puede coincidir con ella misma.

Lord Kelvin eligió este vocablo porque la superposición de las manos derecha e izquierda es una manera muy visual de explicar en qué consiste: al superponerlas una sobre otra, con las palmas hacia abajo, se aprecia claramente que no coinciden porque una es especular respecto a la otra. Esto es lo que sucede con muchas moléculas que tienen la misma composición química, pero una organización estructural que es de dos tipos. Esto puede tener consecuencias muy notables en sus efectos (el escándalo de la Talidomida se produjo por una falta de control de la quiralidad). Este concepto tiene mucha relevancia en la física de partículas y en lo que se conoce como simetría P (por eso decía Asimov que «el electrón es zurdo»), así como en bioquímica y en el estudio del origen de la vida. Los aminoácidos que forman las proteínas tienen un tipo de quiralidad (la «L») y no la otra (la «D»), lo que significa que, si un día encontramos en algún lugar un organismo con aminoácidos cuya quiralidad está cambiada, deberíamos plantearnos seriamente si estamos ante la primera prueba de vida extraterrestre.

Quitina (1821)

En 1811 el botánico francés Henri Braconnot descubrió una curiosa sustancia en los hongos, rica en nitrógeno y que no se disolvía con los productos químicos habituales, a la que llamó «fungina». Diez años después, en 1821, el zoólogo Auguste Odier descubrió que esta misma sustancia estaba también presente en el exoesqueleto de los insectos y lo llamó «quitina» (el griego *chitōn*, que significa «túnica»). Hubo que esperar a 1929 para que Albert Hofmann describiera correctamente su estructura química. Hoy sabemos que es el polímero más abundante después de la celulosa y una especie de recubrimiento universal en muchas formas de la naturaleza. En la actualidad se trabaja con quitina y quitosano como posibles materiales alternativos al plástico en campos como la medicina, la ingeniería espacial y la construcción.

r

Rapamicina (1972)

La rapamicina es uno de los medicamentos inmunosupresores que usan las personas que han recibido un trasplante, sobre todo de riñón, y se llama así porque lo produce una bacteria (*Streptomyces hygroscopicus*) que fue encontrada en 1972 en el suelo de la isla de Pascua (Rapa Nui). Al principio, se estudiaron sus propiedades antibióticas y antifúngicas, y después se encontraron los efectos que producía en el sistema inmunitario. Hoy se investiga con rapamicina en estudios sobre longevidad y cáncer.

Ratopín (2003)

En las últimas décadas, la **rata topo desnuda** (*Heterocephalus glaber*) ha cobrado un gran protagonismo en el ámbito científico. Este roedor de vida subterránea no solo es el único mamífero que se organiza en colonias jerárquicas con una reina, como las abejas o las hormigas (de organización eusocial), sino que su longevidad, su capacidad para esquivar el cáncer y su fertilidad son únicas en el mundo natural. Con el tiempo, cada vez es más frecuente verlo citado en los titulares de prensa como **ratopín rasurado**, un término que siempre me pareció erróneo y disparatado, así que decidí tirar del hilo y descubrí el origen: la expresión fue creada en 2003 por los responsables del doblaje al español de la serie de animación de Disney *Kim Possible*, en la edición para Latinoamérica. La mascota de uno de los personajes de la serie, llamada Rufus, es una «rata topo desnuda», pero como esta denominación era muy larga y aludía a la desnudez (algo incómodo para un público infantil), optaron por un término divertido y más breve. Sin saber muy bien cómo, y para su sorpresa, veinte años después el término «ratopín rasurado» se convirtió en la palabra elegida por muchos periodistas para aludir a la especie. Una palabra con mucha más gracia, claro, pero sin ningún rigor científico (véase «Célula madre»).

Regolito (1897)

El *Diccionario de la Real Academia de Ingeniería* define el regolito como una «capa de roca suelta, de material no consolidado, formada por fragmentos minerales que no forman aún un suelo». Es producto de la suma de *rhēgos*, «manta», y *líthos*, «piedra». El término fue acuñado en 1897 por el geólogo estadounidense George P. Merrill: «A todo este manto de material no consolidado, cualquiera que sea su naturaleza u origen —escribió —, se propone llamarlo *regolito*». El más conocido de todos es el «regolito lunar». Antes de que las misiones Apolo llegaran a nuestro satélite, se dudaba de la consistencia de este material que cubre la superficie de la Luna, y se temía que las naves pudieran hundirse en él. Las partículas más finas del regolito componen el **polvo lunar**, una sustancia altamente pegajosa que, según los astronautas, huele muy fuerte, como a pólvora. Eugene Cernan (del

Apolo 17) dijo que, al entrar en el módulo, olía como si alguien hubiera disparado un fusil. Los expertos explican que este fuerte olor se desata por lo seco que está el suelo. Al entrar en contacto con la humedad de la nariz, es como oler un desierto de 4.000 millones de años de antigüedad (véase «Petricor»).

Reología (1920)

Esta palabra es otro bonito ejemplo de científicos echando mano de la sabiduría clásica para ponerle nombre a un concepto o disciplina. En este caso, la ciencia de la reología fue bautizada en 1920 por dos de sus pioneros, Eugene C. Bingham y Markus Reiner, a partir del aforismo de Heráclito *panta rhei*, «todo fluye». La RAE la define como el «estudio de los principios físicos que regulan el movimiento de los fluidos», y es un campo de investigación fascinante que nos explica que hay materiales que están fluyendo en el tiempo, aunque no seamos capaces de verlo. Un buen ejemplo de ello son las vidrieras de la catedral de Chartres, en Francia, fabricadas hace 600 años. En este tiempo, las moléculas han ido fluyendo hacia abajo por efecto de la gravedad, y el vidrio tiene más del doble de espesor en la parte inferior que en la superior.

Rh (1937)

Lo que hoy llamamos «factor Rh» empezó llamándose **factor Rhesus** en 1937, cuando los biólogos Karl Landsteiner y Alexander S. Wiener descubrieron este tipo de antígeno en los glóbulos rojos de la sangre de los macacos del mismo nombre (el naturalista francés Jean-Baptiste Audebert puso el nombre de *Rhesus* a estos primates en 1797, aunque sin motivo aparente). El descubrimiento de Landsteiner y Wiener salvó miles de vidas, pues cuando la madre es Rh negativo y el bebé es Rh positivo se produce un problema grave. Por su parte, Landsteiner recibió el premio Nobel como descubridor de los grupos sanguíneos (A, B, O y AB). Existe un tipo raro de sangre (solo se ha detectado en 43 personas en el mundo) en el que los glóbulos rojos no tienen ningún antígeno Rh, lo que se conoce como «Rh nulo» o «sangre dorada», por lo apreciada que es para las transfusiones, ya que es universal.

s

Senescencia (~1960)

La palabra «senescencia» del latín *senescĕre* (que significa «envejecer»), se aplica de forma general para hablar de envejecimiento. En biología, sin embargo, existe un proceso particular llamado **senescencia celular**, descrito por primera vez en la década de 1960 por el investigador estadounidense Leonard Hayflick, que lo estudió en

cultivos *in vitro*. En aquellas primeras pruebas ya observó algo que, con el tiempo, sería muy relevante: que las únicas células somáticas que escapaban al proceso de senescencia eran las cancerígenas. Hoy sabemos que la senescencia no es el envejecimiento celular propiamente dicho, sino un mecanismo de defensa que se activa cuando detecta células dañadas en el organismo. El envejecimiento, en cambio, sería consecuencia del empeoramiento progresivo de este sistema y de la acumulación de células senescentes en los tejidos (véase «Telómero»).

Serendipia (1754)

En la definición de la RAE, es como se conoce al «hallazgo valioso que se produce de manera accidental o casual». La palabra fue acuñada en 1754 por el escritor británico Horace Walpole como *serendipity*, a partir del cuento tradicional persa *Los tres príncipes de Serendip*, en el que los tres protagonistas solucionaban sus problemas a través de una serie de increíbles casualidades. Serendip era el nombre de la isla de Sri Lanka en persa, y de ahí deriva este término que se ha hecho muy popular en las últimas décadas asociado a los descubrimientos científicos y a la creación artística. Aunque en español tenemos otros términos como «chiripa», el concepto de serendipia tiene una connotación que va más allá del mero azar, pues designa a un hallazgo casual que se produce cuando se buscaba otra cosa. Porque, como decía Louis Pasteur, «el azar solo favorece a las mentes preparadas».

Simbiosis (1879)

Pocas palabras técnicas de la biología tienen un uso tan frecuente en nuestras conversaciones. Fue acuñada por el botánico alemán Heinrich Anton de Bary en 1879, en el contexto de su estudio de los líquenes. Definió la palabra a partir del griego *symbíōsis*, «vida en común», para describir «la convivencia de organismos diferentes». Eso es precisamente lo que es un liquen, la asociación entre un hongo y varias poblaciones de algas o cianobacterias que hacen la fotosíntesis (véase «Holobionte»).

***Smog* (1905)**

Es un neologismo fruto de la unión de las palabras «humo» y «niebla» en inglés (*smoke* + *fog*). Su creación se atribuye al médico Henry Antoine Des Voeux, que lo utilizó en un congreso de salud pública celebrado en Londres en 1905. Allí presentó una conferencia titulada «Fog and Smoke» y afirmó que «no se necesitaba ser científico para darse cuenta de que había algo que se producía en las grandes ciudades y que no se encontraba en el campo; esto era la niebla con humo o *smog*». Otras fuentes apuntan a que la palabra ya se había

usado en algún diario un par de décadas antes. En cualquier caso, el término cuajó en poco tiempo y se hizo universal. En el diccionario de la RAE, aparece castellanizado como **esmog** y se cita otro neologismo de uso mucho menos frecuente pero muy curioso: **neblumo**.

Sol (día Marciano) (1976)

La decisión de llamar «sol» al día marciano la tomó la NASA en 1976 durante el desarrollo de las misiones *Viking* en el planeta rojo, con el fin de distinguirlo del día terrestre. El tiempo que tarda Marte en dar una vuelta alrededor de su eje de rotación es de 24 horas, 39 minutos y 35,244 segundos, apenas un 3% mayor que el de la Tierra, pero suficiente para trastocar los horarios del personal que trabaja en las misiones de seguimiento, que, desde hace unos años, adaptan sus rutinas diarias al día marciano para evitar los problemas con los ritmos circadianos. La NASA ha acuñado algunos neologismos maravillosos como **yestersol** o **nextersol** para hablar del día marciano anterior y posterior (un juego con las palabras *yesterday*, «ayer», y *next*, «próximo») (véase «Circadiano»).

Solitón (1965)

Así es como se conoce en física a «una onda solitaria que se propaga sin deformarse en un medio no lineal». El fenómeno fue descubierto en 1834 por el ingeniero escocés John Scott Russell, cuando realizaba una serie de experimentos con el fin de mejorar el diseño de los canales para embarcaciones. Mientras arrastraba una barca a lo largo de un estrecho canal, tirada por un par de caballos, observó cómo se formaba una ola uniforme de gran tamaño que viajaba a unos 14 km/h, y que describió como «una gran elevación solitaria, un montón de agua redondeado, liso y bien definido». Scott Russell la llamó «ola de traslación», término que fue sustituido por el mucho más exitoso «solitón», acuñado en 1965 por el físico Norman Zabusky y el matemático Martin Kruskal. A partir de aquel análisis, el solitón se convirtió en un concepto esencial en campos de lo más dispares, desde la física de partículas a la astrofísica o la comunicación por fibra óptica, además de seguir nombrando a las olas solitarias y gigantes que a veces se producen en el océano y pasan por encima de barcos y plataformas petrolíferas. Como la ola de 25 metros que se registró en la plataforma Draupner, en el Mar del Norte, en 1995.

Superconductor (1911)

La «superconductividad» fue descubierta por el físico neerlandés Heike Kamerlingh Onnes cuando observó que la resistencia eléctrica del mercurio desaparecía bruscamente al enfriarse a –269 °C (4 K). Se trata de un fenómeno cuántico que permite que la corriente eléctrica fluya a través de un material con una enorme eficiencia, sin

desperdiciar energía. Al necesitar temperaturas extremadamente bajas, los superconductores se utilizan en infraestructuras muy costosas, como los potentes electroimanes que se usan en las resonancias magnéticas, pero el descubrimiento de materiales que presentan esta propiedad a temperaturas más altas es uno de los campos más prometedores en la física.

t

Takotsubo (1990)

En 1990, el médico japonés Hikaru Sato identificó un tipo de afección cardiaca que se daba sobre todo en mujeres en edad menopáusica y que podía ser confundido fácilmente con un infarto. Como el corazón de las pacientes presentaba un aspecto abultado que recordaba al de las trampas utilizadas en Japón para cazar pulpos, Sato lo bautizó como «síndrome de Takotsubo» (literalmente «trampa para pulpos», en japonés), aunque también se conoce como **síndrome del corazón roto**, ya que esta afección suele desencadenarse por el estrés emocional que se produce tras una ruptura amorosa o la muerte de un ser querido. No empezó a ser muy conocido en cardiología hasta 2005, cuando un artículo presentó una revisión con 19 pacientes (la media de edad era de 65 años y el 95% de los sujetos eran mujeres) y definió este trastorno como una «disfunción reversible del ventrículo izquierdo desencadenada por estrés emocional».

Taquión (1967)

Se trata de una partícula hipotética más rápida que la luz, inventada y bautizada por el físico Gerald Feinberg en 1967. «A estas partículas más rápidas que la luz, que no interaccionan con nosotros, las llamamos *taquiones*», escribió Feinberg. En inglés las llamó *tachyons* (del griego *takhýs*, «rápido», «veloz») y desde entonces han dado mucho juego en la ciencia ficción. Fueron usadas por Isaac Asimov y Phillip K. Dick para jugar con la idea de los viajes en el tiempo y aparecen con frecuencia en las series de Star Trek.

Taser (1969)

El dispositivo TASER es una especie de pistola que produce descargas eléctricas y que suele ser utilizada por algunos cuerpos de seguridad. Fue inventado en 1969 por un ex piloto y científico de la NASA llamado Jack Cover. «El proyectil está destinado a entrar en contacto con un objetivo vivo sin provocar un traumatismo grave, con el fin de proporcionarle una descarga eléctrica suficiente para inmovilizarlo», decía en la patente. Cover recordaba con cariño un cuento que había leído de niño titulado *Tom Swift and his Electric Rifle* (Tom Swift y su rifle eléctrico), a partir del cual compuso el acrónimo.

Telómero (1938)

El término fue creado en 1938 por el genetista estadounidense Hermann J. Müller cuando trabajaba con moscas de la especie *Drosophila melanogaster* expuestas a rayos X y vio que, en los extremos de los cromosomas irradiados, y a diferencia de lo que ocurría en el resto del genoma, no se producían mutaciones gracias a la presencia de una especie de casquete protector. Inicialmente lo llamó «gen terminal», pero luego inventó la palabra «telómero» (del griego *telos*, «final», y *meros*, «parte»). Dos años después, fue la genetista Barbara McClintock la que se dio cuenta de que los telómeros desempeñaban un papel fundamental en la estructura del cromosoma, cuyos extremos se podían restaurar. Hoy su estudio es uno de los campos más prometedores de investigación sobre el envejecimiento (véase «Transposón»).

Terraformar (1942)

El concepto de «terraformación» (transformar un cuerpo celeste para conseguir que sea habitable como la Tierra) es uno de los muchos que debemos a la ciencia ficción. Nació en 1942, a partir de un artículo publicado en la revista *Astounding Science Fiction* por Jack Williamson, bajo el título «Órbita de colisión», en el que se hablaba de asteroides «terraformados». El primero en importar estas ideas a la ciencia fue Carl Sagan, que en 1961 especuló con la posibilidad de transformar la atmósfera de Venus mediante algas y puso en circulación el concepto de **ingeniería planetaria**. En paralelo, los descubrimientos sobre el equilibrio radiativo en la Tierra llevaron a acuñar el concepto de **geoingeniería** en la década de 1970, entendida como la intervención a gran escala para modular el clima de nuestro propio planeta. En 1977, el científico ruso Mikhail Budyko fue el primero en hablar de inyecciones de aerosoles en la estratosfera para evitar el calentamiento, una idea que sigue flotando en el ambiente. El contexto de la guerra fría dio lugar a otros megaproyectos disparatados para alterar la meteorología, como las pruebas para intentar desviar huracanes del proyecto Stormfury en Estados Unidos (1962-1983). Mención especial merece el proyecto West Ford (1961) para intentar formar una ionosfera artificial mediante la puesta en órbita de millones de diminutas agujas de metal.

Tranquilitita (1971)

Es el nombre de un mineral identificado en 1971 en las muestras traídas a la Tierra por las misiones Apolo 11 y 12 (de ahí su nombre, pues se halló en el Mar de la Tranquilidad de la Luna). Contiene hierro, titanio y circonio, y se ha hallado otras dos veces en nuestro planeta: una en un meteorito encontrado en África y otra en Australia,

de formación terrestre. Es uno de los tres minerales encontrados en la Luna, junto a la **piroxferrita** y la **armalcolita**. Esta última debe su nombre a un ingenioso acrónimo a partir de la suma de los nombres de los tres astronautas del Apolo 11: ARMstrong + ALdrin + COLlins.

Transposón (1974)

Cuando Barbara McClintock presentó sus resultados sobre los **genes saltarines** hallados en el maíz, en una conferencia en 1951, sus colegas la recibieron con un silencio gélido e incluso cierta hostilidad. La genetista había descubierto una serie de elementos transponibles en el ADN, fragmentos que eran capaces de replicarse y cambiar su posición en el genoma. Aquel descubrimiento temprano explicaba por qué en algunas mazorcas de maíz cada grano tenía un color diferente y parecía desafiar las leyes de la genética. Más de treinta años después, en 1983, su trabajo fue finalmente reconocido con el premio Nobel, pero durante las décadas anteriores sus aportaciones habían sido ignoradas. El concepto solo ganó relevancia cuando otros lo redescubrieron en bacterias y, más tarde, en moscas y humanos. El nombre de «transposón» se lo pusieron los bacteriólogos Hedges y Jacob en un artículo de 1974. «Designamos a las secuencias de ADN con potencial de transposición como *transposones* (unidades de transposición)», escribieron. En aquel trabajo ni siquiera mencionaban a McClintock.

TRAPPIST-1 (2015)

Es el nombre de una estrella enana ultra-fría situada a 39 años luz de la Tierra en la constelación de Acuario. A su alrededor se ha descubierto un sistema de siete exoplanetas terrestres templados (los tres centrales, con temperaturas que les permitirían tener agua líquida en su superficie), nombrados desde TRAPPIST-1b hasta TRAPPIST-1h. El nombre original viene del telescopio belga con el que se han descubierto, el acrónimo de Telescopio Pequeño para Planetas y Planetesimales en Tránsito. Lo curioso es que se trata de un «retroacrónimo», una palabra diseñada para que coincidiera con el nombre de la cerveza trapense tradicional de Bélgica. De este modo, podemos decir que todo un sistema planetario situado a casi 40 millones de años luz ha sido nombrado por el amor a la cerveza de unos astrónomos.

Triboluminiscencia (1888)

Definida por la RAE como la «luminiscencia que aparece por frotamiento». La palabra fue acuñada por el físico alemán Eilhard Wiedemann en 1888 a partir del griego *tribeín*, «frotar», y descrita como «una emisión de luz que no se debe a un aumento de temperatura y que ocurre al triturar ciertas sustancias». Como

curiosidad, el fenómeno era conocido por muchas culturas y aplicado de diferentes formas. Lo indios ute, en Norteamérica, fabricaban sonajeros con piedras de cuarzo en su interior que brillaban cuando los agitaban en ceremonias nocturnas.

u

Ultima Thule (2019)

Thule era el nombre que le daban los griegos a los lugares situados en las zonas más alejadas del norte, en el límite de lo conocido, donde vivían las tribus «hiperbóreas» de la mitología. Al lugar más distante de todos, situado en el borde de los mapas, lo llamaban *Ultima Thule*, que es el nombre que la NASA eligió en principio, por votación popular, para denominar al objeto que visitó la sonda New Horizons en 2019, situado más allá de Plutón. Varios artículos periodísticos recordaron que el nombre tenía connotaciones negativas, pues los nazis llamaron Thule a la supuesta patria primigenia de la «raza aria» y tenían una sociedad esotérica con ese nombre. De modo que, en noviembre de ese año, la Unión Astronómica Internacional se decantó por llamarlo *Arrokoth*, que en la lengua algonquina de los powhatan significa «cielo».

Unobtanium (~1950)

Es un concepto que nació en la década de 1950 en el ámbito de la ingeniería y que se trasladó más tarde a la ciencia ficción. El nombre remite a un juego de palabras con «inobtenible» y se utiliza para designar un tipo de material con propiedades extraordinarias, pero que es imposible de conseguir. En un documento de la Fuerza Aérea de Estados Unidos de 1958, donde se recalcaba el uso «humorístico o irónico» del término, el *unobtanium* se definía como «una sustancia que tiene exactamente las propiedades especiales requeridas para una pieza de equipamiento u otro elemento de uso, pero que no se puede obtener porque teóricamente no puede existir o porque la tecnología no está lo suficientemente avanzada para producirla». En las películas *The Core* y *Avatar* se menciona un supuesto material de propiedades únicas al que llaman con ese nombre, y en otras obras de ficción aparecen materiales que son en sí mismos un *unobtanium*, aunque se llamen de otra manera, como el «mithril» de *El señor de los anillos* o el «acero valyrio» de la saga *Canción de hielo y fuego*.

v

Vemödalen (2012)

Es la palabra que describe «el miedo a que todo haya sido ya hecho», esa sensación de que todo el mundo se hace la misma foto en los

mismos lugares o de que, por mucho que busquemos una manera especial de ver el mundo, ya ha habido otros que pasaron por allí y pensaron algo parecido. Lo mejor de todo es que es un término inventado por el escritor y creador John Koenig, autor del *Diccionario de las penas oscuras* (*The Dictionary of Obscure Sorrows*), un proyecto que nació acompañado de un blog y un canal de YouTube. Koenig juega a crear palabras nuevas que definen cosas muy concretas (como sucede en algunos idiomas como el japonés o el alemán) y acuña neologismos tan bellos como *Chrysalism*, que define como «la tranquilidad amniótica de estar en el interior de un edificio durante una tormenta», *Sonder*, «la comprensión de que cada transeúnte tiene una vida tan vívida y compleja como la tuya», o *Vellichor*, «la extraña melancolía de las librerías de viejo». Un proyecto de gran belleza que incluyo aquí como homenaje a las palabras inventadas.

w

Wolframio (1783)

Es uno de los tres elementos químicos descubiertos por españoles y el único encontrado en la península ibérica. Lo descubrieron los hermanos Juan José y Fausto Elhúyar en 1783 a partir de la wolframita (cuyo nombre se cree que procede de las palabras en alemán antiguo *wolf* y *ram*, «espuma de lobo»). A pesar de que su símbolo es W, la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (UIPAC) decidió en 2005 eliminar la denominación oficial de «wolframio» y quedarse con la de **tungsteno**, que era la que se había popularizado desde el siglo XIX en el mundo anglosajón («tungsteno» procede de los términos suecos *tung*, «pesado», y *sten*, «piedra»). Los miembros españoles de la IUPAC no han aceptado este cambio y siguen utilizando el término «wolframio» como nombre oficial.

Wombat (1798)

Como pasó con «koala», la palabra «wombat», que también hace referencia a un animal, fue tomada de la lengua aborigen dharug por los ingleses John Price y James Wilson. En 1798, estos naturalistas vieron un wombat en Australia y lo describieron por primera vez para la ciencia occidental. «Vimos varios tipos de estiércol pertenecientes a diferentes animales, uno de los cuales fue llamado por Wilson «*Whombatt*»; se trata de un animal de unas 20 pulgadas [unos 50 centímetros] de alto, con patas cortas, cuerpo grueso, cabeza grande, orejas redondas y ojos muy pequeños.» Aunque se menciona el estiércol, no se hace ninguna referencia a una de las características más llamativas de estos animales, que son sus excreciones con forma cúbica. En 2015, un equipo de investigadores estudió los ciclos de contracción del

intestino del wombat, que son los que permiten este pequeño «milagro», y conjeturaron que esta forma les permite apilar más deposiciones, que entre ellos son una importante fuente de intercambio de información (veáse «Koala»).

x

Xenotrasplante (1961)

En medicina, es el nombre que reciben los trasplantes de órganos entre una especie y otra. Esta técnica se enfrenta a la barrera de la incompatibilidad genética y todavía está en un estadio muy primitivo, aunque en 2022 se anunció el primer trasplante de un corazón de cerdo a una persona. El paciente falleció a los 61 días, y se sospecha que pudo ser como consecuencia de la infección por un virus porcino. Este contagio de un virus de otra especie se conoce como **xenosis** o **xenozoonosis**. Los primeros intentos de trasplantes de este tipo se remontan a principios del siglo XX, cuando se hablaba de **heterotrasplantes**. En 1961, en un artículo en la revista *Nature*, el médico británico Peter Gorer propuso la adopción del prefijo *xeno-* por ser más explícito.

y

Yersinia (1970)

Yersinia pestis es el nombre de la bacteria causante de la peste, uno de los patógenos que ha provocado un mayor número de muertes humanas a lo largo de la historia. Se calcula que, solo durante la Peste Negra del siglo XIV, mató a 200 millones de personas en Europa. Recibió diferentes denominaciones, desde *Bacterium pestis* a *Bacillus pestis* o *Pasteurella pestis*, hasta que en 1970 se optó por su nombre actual para rendir homenaje al bacteriólogo franco-suizo Alexandre Yersin, codescubridor de la bacteria. El origen de esta enfermedad en el pasado es uno de los campos de estudio más interesantes en microbiología. En 2021 se identificaron restos de lo que hasta ahora es la cepa más antigua de este patógeno en los dientes y huesos de un cazador-recolector que vivió hace 5.000 años. Se cree que lo mató la enfermedad.

z

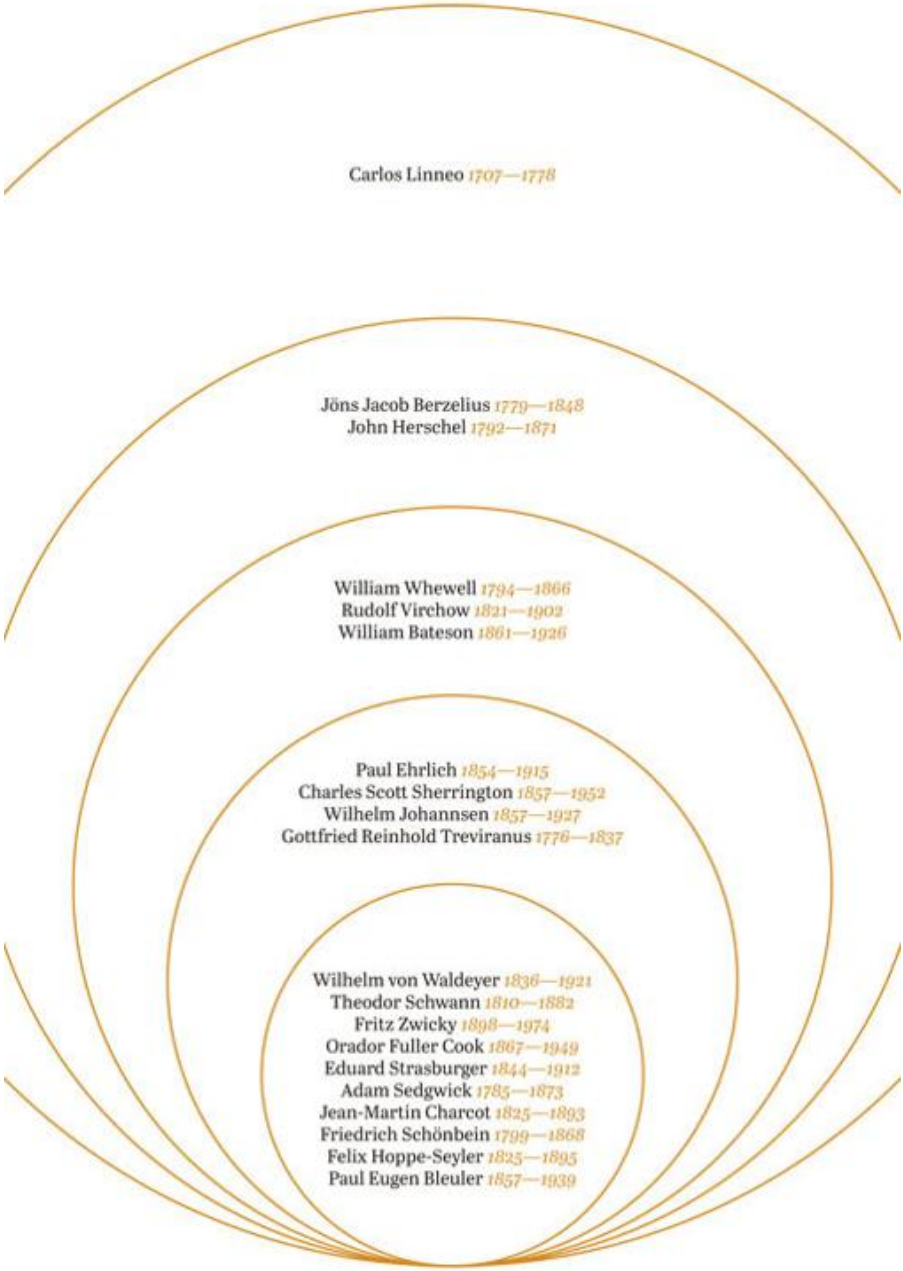
Zigoto (1877)

La palabra procede del griego *zygōtós*, que significa «unido». En la definición de la RAE, un zigoto, o cigoto, es la «célula resultante de la unión del gameto masculino con el femenino en la reproducción

sexual de los animales y de las plantas». En el caso de los animales, sabemos que los gametos son los óvulos y los espermatozoides, y que la palabra viene de *gamos*, «matrimonio» (como en «poligamia»). Curiosamente, el zigoto y los gametos nacieron lingüísticamente el mismo día. Cuenta el profesor Gonzalo Herranz, de la Universidad de Navarra, que ambas palabras fueron creadas por el botánico alemán Eduard Strasburger y que aparecieron a la vez en un artículo del 23 de noviembre de 1877 en la revista *Botanische Zeitung*. «En conclusión —escribió el botánico alemán—, recomiendo el nombre de gametos para estos elementos móviles (...). El producto del apareamiento de los gametos llevaría el nombre de zigoto.» El hecho de ser padre de gametos y zigotos convierte a Strasburger, por derecho propio, en uno de los nombradores científicos más «fecundos».

Zugunruhe (~1950)

Es una palabra proveniente del alemán que describe el comportamiento ansioso de algunos animales cuando llega el momento de migrar, por lo que se conoce también como «inquietud migratoria». Aunque el fenómeno se había descrito ya en el siglo XVIII, la palabra fue creada por el ornitólogo alemán Gustav Kramer en la década de 1950 a partir de los términos z*ug* («movimiento o migración») y *unruhe* («agitación», «inquietud»). Comparte raíz con la palabra *zugzwang*, surgida en el ámbito del ajedrez para nombrar la situación en la que cualquier movimiento del jugador supone empeorar su situación (z*wang* significa «coacción», «obligatoriedad»).


Carlos Linneo 1707—1778
Jöns Jacob Berzelius 1779—1848
John Herschel 1792—1871
William Whewell 1794—1866
Rudolf Virchow 1821—1902
William Bateson 1861—1926
Paul Ehrlich 1854—1915
Charles Scott Sherrington 1857—1952
Wilhelm Johannsen 1857—1927
Gottfried Reinhold Treviranus 1776—1837
Wilhelm von Waldeyer 1836—1921
Theodor Schwann 1810—1882
Fritz Zwicky 1898—1974
Orador Fuller Cook 1867—1949
Eduard Strasburger 1844—1912
Adam Sedgwick 1785—1873
Jean-Martin Charcot 1825—1893
Friedrich Schönbein 1799—1868
Felix Hoppe-Seyler 1825—1895
Paul Eugen Bleuler 1857—1939

Apéndice III
Nómina de supernombradores

Carlos Linneo
Primate, mamífero, *Homo sapiens*, *etc.*

Jöns Jacob Berzelius Proteína, polímeros, catálisis, alótropos, isómeros.

John Herschel
Ultravioleta, cianotipo, fotografía, negativo, positivo.

William Whewell
Ion, cátodo, ánodo, *scientist*.

Rudolf Virchow
Zoonosis, glía, leucemia, trombosis.

William Bateson
Genética, homocigoto, heterocigoto, alelomorfo.

Paul Ehrlich
Anticuerpo, quimioterapia, «balas mágicas».

Charles Scott Sherrington Sinapsis, propiocepción, nocicepción.

Wilhelm Johannsen
Gen, fenotipo, genotipo.

Gottfried Reinhold Treviranus Biología, conos, bastones.

Wilhelm von Waldeyer Cromosoma, neurona.

Theodor Schwann
Metabolismo, pepsina.

Fritz Zwicky
Agujero negro, supernova.

Orador Fuller Cook
Clon, especiación.

Eduard Strasburger
Gameto, zigoto.

Adam Sedgwick
Cámbrico, Paleozoico.

Jean-Martin Charcot
Enfermedad de Parkinson, esclerosis.

Friedrich Schönbein
Ozono, nitrocelulosa.

Felix Hoppe-Seyler
Bioquímica, hemoglobina.

Paul Eugen Bleuler
Esquizofrenia, autismo.

Agradecimientos

Este libro no habría sido posible sin la ayuda de un montón de personas que, durante todos estos años, me han acompañado e inspirado.

Debido a la amplitud de campos del conocimiento que aborda el diccionario, en la revisión de los contenidos han participado muchos ojos amigos y expertos, a los que estoy profundamente agradecido: los de Carlos Briones, Xurxo Mariño, Dani Torregrosa, Susana Escudero, César Tomé, Mar Abad, Francis Villatoro, Miguel Santander, Jesús Zamora Bonilla, Mario Tascón, José Miguel Viñas, Lluis Montoliu y Antonio José Osuna, entre otros.

Quiero expresar también mi gratitud hacia quienes me ayudaron en capítulos concretos, como Ignacio López Goñi con las bacterias, Luisma Escudero con los escutoides, Yanko Iruín con el látex, Nahúm M. Chazarra con la geología, José Ángel Robles y la buena gente del CEM con la metrología, Luis Martínez Otero y José Ramón Alonso con la neurociencia, Jordi Serrallonga con la paleontología y Javier Burgos con la historia de la medicina.

Gracias especiales a Javi Álvarez, que sembró en mi mente la semilla de lo que sería este libro cuando me contó la etimología de «asombro» en una de nuestras muchas conversaciones. Y para Carlos el Rojo por aportar su talento en el diseño gráfico de esta aventura.

Finalmente, gracias infinitas a Noelia por revisar mis borradores y aguantar mis desvelos.

Bibliografía y recursos

Bibliografía básica

Asimov, Isaac, *Words of science*, Book Club Associates, 1974.
Hogben, Lancelot, *The Vocabulary of Science,* 1970.
Navarro, Fernando A., *Medicina en español VI*, Cálamo, 2022.
Sánchez Ron, José Manuel, *Diccionario de la ciencia*, Booket, 2006.
Sequera, Reyes, y varios, *Ciencia, tecnología y lengua española: la terminología científica en español,* FECYT, 2007.
Snyder, Laura J., *El club de los desayunos filosóficos*, Acantilado, 2021.
Viñas, José Miguel, *Conocer la meteorología*, Alianza, 2019.
Whewell, William, *The Philosophy of the Inductive Sciences*, 1840.

Recursos

Biblioteca Virtual de la Filología Española. Directorio bibliográfico de diccionarios, gramáticas, libros de historia de la lengua, de ortografía, ortología, prosodia, métrica, diálogos… Disponible en: www.bvfe.es/es/.
Diccionario de Autoridades (1726-1739). Disponible en: apps2.rae.es/DA.html.
Diccionario Etimológico Castellano en línea. Disponible en: etimologias.dechile.net.
Diccionario de la lengua española (RAE). Disponible en: dle.rae.es.
Diccionario histórico de la lengua española. Disponible en: rae.es/dhle/.
Diccionario médico-biológico, histórico y etimológico. Disponible en: dicciomed.usal.es.
Enclave de ciencia. Disponible en: enclavedeciencia.rae.es.
Iedra. Buscador y explorador de palabras. Disponible en: iedra.es.
Tesoro de los diccionarios históricos de la lengua española TDHLE. Disponible en: www.rae.es/tdhle/.
Tesoro de la Lengua castellana o española. Sebastián de Covarrubias Orozco (Biblioteca Nacional de España).
Time Traveler - Diccionario Merriam-Webster. Disponible en: merriam-webster.com/time-traveler/.

Notas

* En español se usaba la palabra «científico» desde mucho antes. En el *Diccionario de Autoridades* de 1729 aparece definido como «Cosa perteneciente a ciencia. También se llama así a la persona consumada en alguna o en muchas ciencias». En portugués, en cambio, un científico es también un «cientista».

* El lenguaje ideado por Newton en su juventud se construía añadiendo prefijos y sufijos. El ejemplo que más trabajó fue una escala de temperatura, para la que eligió la palabra *tor*: a partir de ahí, se generaban términos como *owtor* (demasiado caliente), *etor* (templado) y *oytor* (muy frío).

* Lucrecio nunca usó la palabra «átomo», sino expresiones como «primeros elementos» o «semillas de las cosas». Stephen Greenblatt, *El Giro* (Crítica, 2012), p. 162.

* De este «tomo» (cortar) proceden la palabra «tomografía» o el «microtomo», el instrumento con que los científicos cortan las muestras de material para observar al microscopio.

* Michael Faraday, «Experimental Researches in Electricity», 1834.

† Para leer la correspondencia entre ambos: Ralph E. Oesper y Max Speter, «The Faraday-Whewell Correspondence Concerning Electro-Chemical», *The Scientific Monthly*, Dec., 1937, Vol. 45, n.º 6 (diciembre de 1937): 535-546.

* La primera aparición del término «fisión» se produce en una carta de Meiner y de su sobrino Otto Frisch a la revista *Nature* [«Disintegration of Uranium by Neutrons: a New Type of Nuclear Reaction». *Nature* 143: 239-240 (1939)]. El término **fusión** se manejaba en física desde tiempo atrás.

* Como curiosidad, muchos años después de que Richard Feynman teorizara en 1960 sobre unas partículas a las que propuso llamar **partones**, una serie de experimentos en el CERN permitieron descubrir que se trataba de una predicción anticipada de la existencia de los quarks.

* En el *Diccionario de Autoridades* de 1729 se recoge aún como «Celda, qualquier pequéño seno, o mansión corta en que se recoge, guarda, o esconde algúna cosa».

* De ese mismo año es la disertación de Linneo titulada *Mundus invisibilis*, en la que aseguraba que «las cosas pequeñas no son menos dignas de observación y admiración, o menos necesarias, que las cosas más grandes».

† Un poco después, en la edición de 1852 del *Diccionario Nacional* del mismo autor, sigue apareciendo esta diferenciación entre el femenino para el insecto y la fórmula «bacterio» para el «infusorio vegetal».

* Carlos Osorio, «Sobre el origen del término bacteria: una paradoja semántica», *Revista chilena de infectologia*, 34 (3): 265-269, 2017.

* Se calcula que ha matado a unos 1.000 millones de individuos y que sigue acabando con la vida de hasta 1,5 millones de personas al año en el mundo. T. Paulson, «Epidemiology: A mortal foe», *Nature*, 502: S2–S3, 2013.

* En español, la voz aparece por primera vez en el diccionario de la RAE en 1803, aunque no con su significado actual, que se incluyó en 1914. Fuente: Fundéu.

* En el *Diccionario de la lengua castellana* de 1805, «virus» aparece solo como «podre, mal humor» y, noventa años después, en el *Diccionario enciclopédico de la lengua castellana* de Elías Zerolo, publicado en 1895, se define como «principio material de las enfermedades contagiosas, y a veces también principio material que produce cualquier enfermedad».

* Conviene no confundirla con logaritmo, palabra que acuñó su creador, John Napier, en 1614, en su obra *Mirifici Logarithmorum Canonis Descriptio* (Descripción de una admirable tabla de logaritmos).

† «Superficie de revolución engendrada por una curva cerrada y plana que gira alrededor de una recta fija de su plano y exterior a ella», en el diccionario de la RAE.

* En 1808, Cuvier había descrito —pero no nombrado— los restos de un dinosaurio luego conocido como *Streptospondylus* («vértebras curvadas» en griego) que él tomó por una especie de cocodrilo.

* La primera vez que la palabra se incluye en un diccionario castellano es en 1895, en el *Diccionario enciclopédico de la lengua castellana* de Elías Zerolo. Allí aparecen estas dos definiciones seguidas: «Dinosaurio. m. Zool. Género de reptiles fósiles descubierto en el oolito de la Gran Bretaña». / «Dinosaurios. m. pl. Orden de reptiles fósiles terrestres y gigantescos, que comprende los géneros megalosauro, hileosauro e iguanodonte.»

* Juan Pimentel, *El rinoceronte y el megaterio*, Abada editores, 2010.

* En su libro *Las palabras en el cielo* (Gedisa, 2017), el astrofísico Daniel Kunth aporta decenas de ejemplos de términos similares procedentes de la astronomía.

* Como curiosidad, en 1968 dos virólogos británicos descubrieron unos virus que tenían una especie de halo rodeándolos. «Al acudir a un diccionario encontramos el equivalente latino, corona, y así nació el nombre coronavirus», escribieron.

* Como es difícil establecer cuándo se nombró, he optado por dejar en la línea temporal la fecha de la propuesta de Bode, que tuvo lugar en 1782, un año después de su descubrimiento. Sin embargo, los ingleses mantuvieron el nombre en homenaje al rey Jorge hasta 1850.

* Antes lo había dicho Immanuel Kant en su obra *Historia general de la naturaleza y teoría del cielo*.

* *Diccionario Etimológico Castellano en Línea*: Gas.

† Faltan el helio, el radón y el oganesón para completar la columna de elementos «antisociales» de la tabla periódica.

* Para conocer mejor esta y otras muchas curiosidades del proceso de descubrimiento de los elementos químicos no me canso de recomendar *La cuchara menguante* de Sam Kean (Ariel, 2011).

* La última palabra del texto original en inglés es *evolved* («evolucionado»), pero tradicionalmente se ha traducido en las versiones en español como «desarrollado». Yo me he permitido hacer aquí una traducción más literal, pues el verbo que utiliza Darwin no es un detalle trivial.

* También acuñó palabras como «homocigoto», «heterocigoto» y «alelomorfo», que se quedaría más tarde en «alelo».

* También hizo las primeras fecundaciones artificiales y posteriormente inyectó espermatozoides a una perra que quedó preñada. El médico inglés John Hunter inseminó con éxito a una mujer en 1790.

* Von Waldeyer era un genio de la nomenclatura. Como veremos más adelante, también dio nombre a las «neuronas».

* Como sugiere mi buen amigo Carlos Briones, bioquímico, en realidad fue Darwin el que anticipó la existencia de un ancestro común en el último párrafo, ya citado, de *El origen de las especie*s.

* Para los lectores interesados en la historia de la exploración atmosférica, cuento más detalles en *Algo nuevo en los cielos* (Crítica, 2022).

* Algunos especialistas piensan que Newton pensó en siete colores por razones cabalísticas o para cuadrarlo con el número de notas musicales.

* Una dolina es una «depresión más o menos profunda y de paredes muy inclinadas, típica de los terrenos calizos», según el diccionario de la RAE. Y un *poljé* es una depresión de contorno irregular y de grandes dimensiones.

* Más concretamente, como observa mi buen amigo el geólogo Nahum Chazarra, Wegener empleó la expresión «Pangea del Carbonífero», una precisión muy acertada y premonitoria, pues los continentes habían estado juntos otras veces, como se supo después.

* Simon Winchester, *Los perfeccionistas*, Turner, 2021, p. 324.

* Pronto descubrió que otro escocés, Robert Thompson, había patentado las ruedas de caucho infladas con aire en 1846, por lo que su patente quedó invalidada temporalmente.

* Mark Miodownik, *Cosas (y) materiales*, Turner Noema, 2017, p. 150.

* Los detalles de esta historia se pueden leer en Carmen del Puerto, *La paternidad del término «telescopio»* (IAC, 2015) y en Edward Rosen, *The naming of the Telescope* (1947).

* Owen Hannaway, «Laboratory Design and the Aim of Science: Andreas Libavius versus Tycho Brahe», *Isis* 77, 1986.

* Javier de Felipe, *De Laetoli a la Luna* (Editorial Crítica, 2022), p. 238.

* José Ramón Alonso, *Historia del cerebro*, Guadalmazán, 2018, p. 431.

* Gordon M. Shepherd, *Foundations of the neuron doctrine*, History of Neuroscience series, Oxford University Press, 1991.

* Es la conferencia que se pronuncia tras recibir el premio de fisiología de la Royal Society y que lleva el nombre de William Croone.

* Recuérdese que en el ámbito de la física pasó algo muy parecido con la palabra «fusión».

* Finalmente, su género no era ni el de oso ni el de zorro. En 1780, Gottlieb Conrad Christian Storr creó para el mapache el género *Procyon*, que puede traducirse como «antes del perro» (Wikipedia).

* El nombre de «músculo» deriva del hecho de que a los romanos los bíceps les recordaban a dos ratoncillos bajo la piel. La palabra «mejillón» también procede indirectamente de *musculus* a través de *muscelio*, una similitud entre mejillones y músculos que en inglés es incluso fonética: *muscle / mussel*.

* También hemos visto que bautizó a los «polímeros» (véase «L de Látex»), aunque el significado de la palabra cambió con el tiempo.

* H. B. Vickery, «The origin of the word protein», *Yale J Biol Med*., 22(5): 387-393, mayo de 1950.

* Fue hallada y nombrada en 1836 por Theodor Schwann, descubridor del «metabolismo» y padre de la teoría celular.

* Para conocer los detalles de esta historia, recomiendo mi libro *El ojo desnudo* (Crítica, 2016).

* Más tarde se supo que el aparato tenía trampa; el maíz que ingería se almacenaba en un compartimento y las heces estaban preparadas en otro para ser expulsadas.

† Marta Peirano y otros, *El Rival de Prometeo. Vidas de Autómatas Ilustres* (Impedimenta, 2009).

* Se suele señalar que las letras de HAL son las anteriores en el abecedario a IBM. Tanto Kubrick como Arthur C. Clarke dijeron siempre que era una coincidencia.

* La única frase sobre el tema en todo el libro dice así: «Se arrojará mucha luz sobre el origen del ser humano y su historia». Jordi Serrallonga, *El adiós a Eva, Adán y la manzana…* (2002).

* Para conocer más detalles de esta historia, recomiendo leer mi libro *Algo nuevo en los cielos* (Crítica, 2022).

* En una variación de la palabra *sunrise*, «amanecer», que surge de la combinación de *sun* (sol) y *rise* (salir), en la que se sustituye *sun* por *Earth* (Tierra).

* Más adelante, uno de sus creadores, Phil Belanger, explicó que el término «Wi-Fi» no nació como acrónimo ni significaba nada, y que lo de *Wireless Fidelity* se inventó después.

* Thomas Hager, *Diez drogas* (Crítica, 2021), p. 48.

* Hago este matiz porque, en 1804, el cirujano japonés Hanaoka Seishū realizó la primera cirugía con anestesia general administrando al paciente una sustancia creada por él a partir de una mezcla de hierbas y llamada «tsūsensan». Trataba de encontrar un anestésico como el que había usado el médico chino Hua Tuo hacia el siglo II d. C: un preparado llamado «mafeisan» y obtenido a partir del cannabis.

* Posteriormente se supo que otro médico de Georgia llamado Crawford Long había usado exitosamente el éter a partir de 1842, pero no lo había publicado.

* El médico John Snow, uno de los pioneros en su uso, que fue nombrado Sir tras atender el parto de la reina Victoria y aplicar cloroformo, hablaba de «narcotismo» (*narcotism*).

† No la registraron con ese nombre, como consta en muchas fuentes, sino que era un simple apodo familiar. «The Myth of Baby “Anaesthesia”», *Anesthesiology*, 111: 682, septiembre de 2009.

* Elizabeth Gibney, «How many yottabytes in a quettabyte? Extreme numbers get new names», *Nature*,18 de noviembre de 2022.

* En un trabajo titulado precisamente «Cambio climático: ¿Estamos al borde de un calentamiento global pronunciado?». «Climate Change: Are We on the Brink of a Pronounced Global Warming?», *Science*,189 (4201): 460-463, 1975.

* *The Next Frontier: Human Development and the Anthropocene*» (Informe sobre Desarrollo Humano 2020), UNDP, 15 de diciembre de 2020.

Diccionario del asombro. Una historia de la ciencia a través de las palabras Antonio Martínez Ron

La lectura abre horizontes, iguala oportunidades y construye una sociedad mejor.
La propiedad intelectual es clave en la creación de contenidos culturales porque sostiene el ecosistema de quienes escriben y de nuestras librerías.
Al comprar este ebook estarás contribuyendo a mantener dicho ecosistema vivo y en crecimiento.
En **Grupo Planeta** agradecemos que nos ayudes a apoyar así la autonomía creativa de autoras y autores para que puedan seguir desempeñando su labor.
Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita reproducir algún fragmento de esta obra.
Puede contactar con CEDRO a través de la web www.conlicencia.com o por teléfono en el 917021970 / 932720447

© Antonio Martínez Ron, 2023

© de los gráficos, Carlos Rojo, 2023

© del diseño y la imagen de la cubierta, Planeta Arte & Diseño © Editorial Planeta, S. A., 2023
Av. Diagonal, 662-664, 08034 Barcelona (España) Crítica es un sello editorial de Editorial Planeta, S. A.
www.ed-critica.es
www.planetadelibros.com

Primera edición en libro electrónico (epub): septiembre de 2023

ISBN: 978-84-9199-578-4 (epub)

Conversión a libro electrónico: Acatia www.acatia.es

¡Encuentra aquí tu próxima lectura!

¡Síguenos en redes sociales!